Revista del Ministerio de

Fomento

Anuario 2015

Fomento
Fomento
Fomento

Revista del Ministerio de

Fomento

Enero 2015 Nº 646 3 €

GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO DE FOMENTO

Los corredores ferroviarios europeos impulsan el transporte de mercancías

La LAV Sevilla-Cádiz en la recta final

Empresas españolas en la expansión aeroportuaria mundial

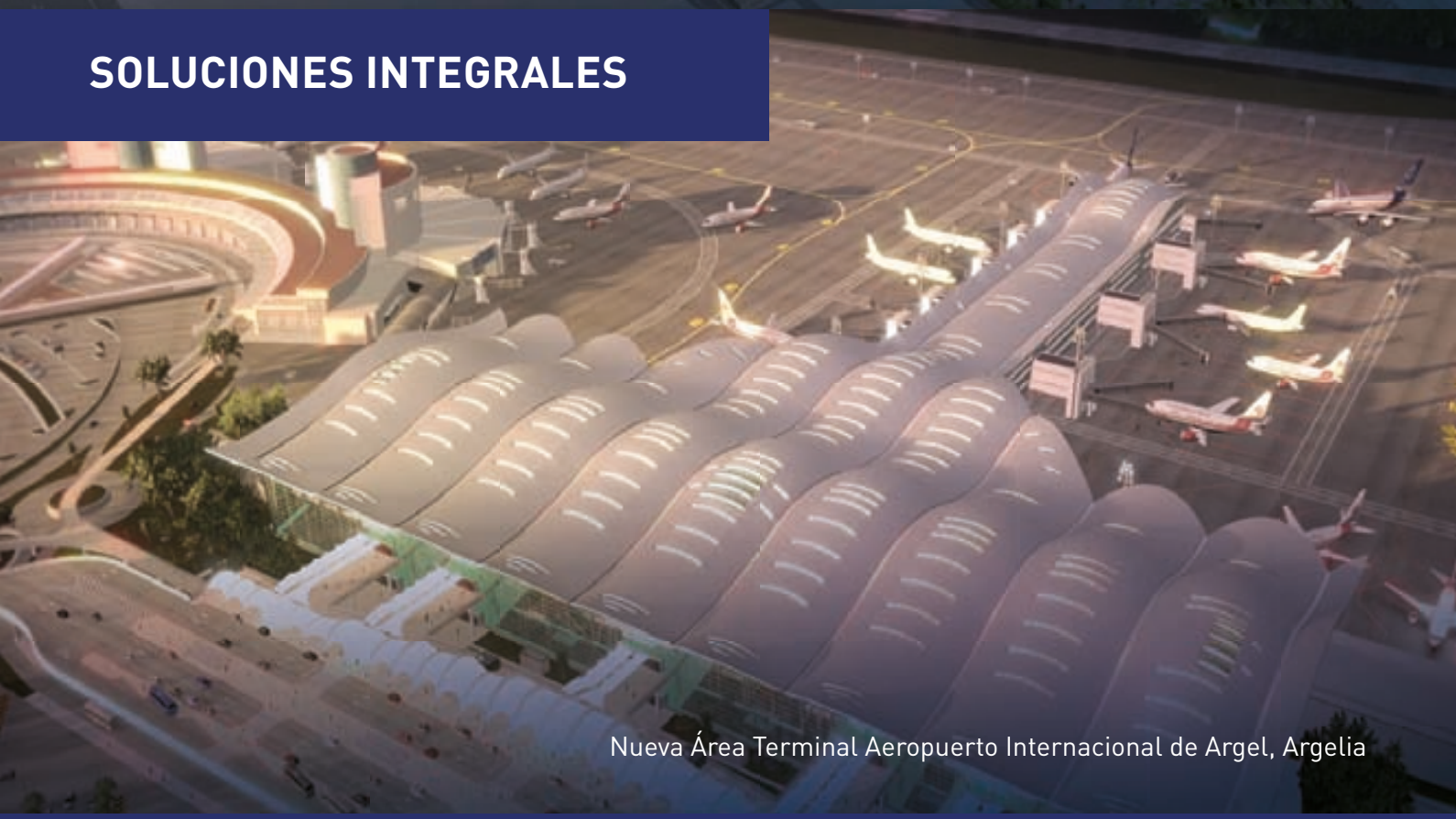
Tren laboratorio Séneca A-330

Colonias históricas de Madrid

prointec

Ampliación del Aeropuerto Internacional de Sharm El Sheikh, Egipto

SOLUCIONES INTEGRALES



Nueva Área Terminal Aeropuerto Internacional de Argel, Argelia

SERVICIOS GLOBALES DE INGENIERÍA Y CONSULTORÍA AEROPORTUARIA

PLANIFICACIÓN VIABILIDAD ▶ INGENIERÍA DE PROYECTOS ▶ SUPERVISIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN ▶ OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

www.prointec.es

Contenido

Director de la Revista: Antonio Recuero.

Jefe de Redacción: Mariano Serrano.
Maquetación: Aurelio García.
Secretaria de redacción: Ana Herráiz.
Archivo fotográfico: Vera Nosti.
Portada: Acciona
Elaboración página web: www.fomento.gob.es/publicaciones. Concepción Tejedor.
Suscripciones: 91 597 72 61 (Esmeralda Rojo Mateos)
Colaboran en este número: Pepa Martín, Begoña Olabarrieta, Javier R. Ventosa, Julia Sola y Luis Solera.
Comité de redacción: Presidencia: Mario Garcés Sanagustín *(Subsecretario de Fomento).*
Vicepresidencia: Eugenio López Álvarez *(Secretario General Técnico).*
Vocales:, *Luis Izquierdo Labella (Director de Comunicación),* Pilar Garrido Sánchez *(Directora del Gabinete de la Secretaría de Estado de Infraestructuras, Transporte y Vivienda),* Eloísa Contín Trillo-Figueroa *(Jefa del Gabinete del Subsecretario),* Mónica Marín Díaz (*Directora del Gabinete Técnico de la Secretaría General de Infraestructuras),* Mª José Rallo del Olmo *(Jefa del Gabinete Técnico de la Secretaría General de Transportes),* Pedro Guillén Marina *(Director del Centro de Publicaciones)* y Antonio Recuero *(Director de la Revista).*
Dirección: Nuevos Ministerios. Paseo de la Castellana, 67. 28071 Madrid.
Teléf.: 915 978 084. Fax: 915 978 470.
Redacción: Teléf.: 915 977 264 / 65.
E-mail: cpublic@fomento.es
Impresión y publicidad: Comunicación y Diseño.
C/ O'Donnell, 18, 5º H 28009 Madrid.
Teléf.: 91 432 43 18. Fax 91 432 43 19.
E-mail: revistafomento@cydiseno.com
www.cydiseno.com
Dep. Legal: M-666-1958. ISSN: 1577-4589.
NIPO: 161-15-005-0

Edita:
Centro de Publicaciones.
Secretaría General Técnica
MINISTERIO DE FOMENTO

Esta publicación no se hace necesariamente solidaria con las opiniones expresadas en las colaboraciones firmadas

Esta revista se imprime en papel con un 60% de fibra reciclada postconsumo y un 40% de fibras vírgenes FSC.

FERROCARRIL

02 Mercancías sin fronteras.

Los Corredores Ferroviarios Europeos del Atlántico y del Mediterráneo cumplen 1 año.

FERROCARRIL

10 Al sur de Sevilla.

En servicio el último subtramo de la LAV Sevilla-Cádiz.

AEROPUERTOS

16 Salidas internacionales.

Empresas españolas en el desarrollo de infraestructuras aeroportuarias en el mundo.

AGC Aena

FERROCARRIL

24 Chequeos a alta velocidad.

El tren laboratorio A330 Séneca incorpora nuevas tecnologías que mejoran sus prestaciones y rendimiento.

32. Las ventajas de compartir.
El programa A-CDM permite una mejor gestión del tráfico aéreo en Barajas.

38. Testigos ancestrales.
Puentes históricos del Llobregat.

44. Oasis urbanos. Un recorrido por las colonias históricas madrileñas.

52. Vivero de ecosistemas.
Parque forestal de Valdebebas, de vertedero a espacio verde ecosostenible.

58. Mensajes a la velocidad de la luz.
Una exposición conmemora el 160 aniversario de la telegrafía eléctrica en España.

Los Corredores Ferroviarios Europeos del Atlántico y del Mediterráneo cumplen 1 año

Mercancías sin fronteras

Begoña Olabarrieta. Fotos: Adif

El transporte internacional de mercancías por ferrocarril, con destino u origen España y atravesando varios países de la Unión Europea, es hoy más fácil tras un año de la entrada en funcionamiento de los Corredores Ferroviarios Europeos del Atlántico y del Mediterráneo. Un desarrollo en el que Adif está desempeñando un papel clave y que arroja aún unas mejores previsiones para 2015.

El Corredor Mediterráneo, une los principales puertos de la costa Este de España y Madrid con Europa a través de Francia.

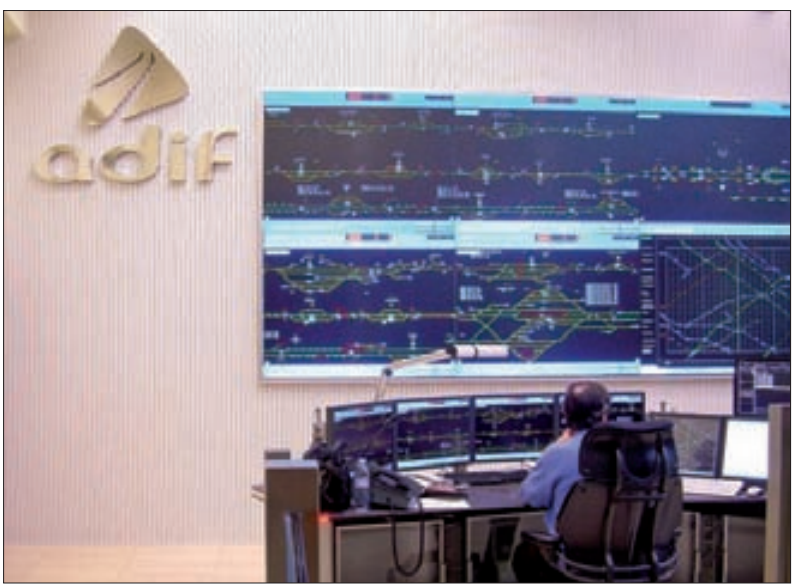
El transporte internacional de mercancías por ferrocarril representa el 50% de su actividad total, un volumen que requiere la mejora del servicio a los operadores de transporte para poder desarrollarse plenamente. Así lo entendió la Unión Europea cuando en 2010 propuso la creación de una red ferroviaria conjunta para ser más competitivos.

Se trataba de crear 9 corredores de mercancías que permitieran optimizar el tráfico. Hasta su puesta en marcha era posible realizar rutas atravesando las diferentes fronteras, pero los trámites burocráticos se multiplicaban, ya que era necesario realizarlos con todos los administradores ferroviarios de los lugares por los que pasaba cada convoy.

Un sinfín de obstáculos que terminaron con el Reglamento (UE) Nº 913/2010, en el que se definen las normas relativas a la creación y organización de esos pasillos para los trenes de mercancías con el objetivo no solo de favorecer el incremento del tráfico, sino también mejorar su eficiencia mediante procedimientos para la selección, organización y gestión de la circulación, ayudando además a planificar las inversiones.

Una forma de simplificar y mejorar el recorrido gracias a estos corredores que se conforman con la unión de todas las líneas ferroviarias, incluidas las de transbordador de ferrocarriles, designadas en el territorio de los Estados miembros o entre ellos y, en su caso, en terceros países europeos, que enlazan dos o más terminales a lo largo de una ruta principal y, si procede, rutas de desvío, y los tramos que las conectan, incluyendo también las infraestructuras y sus equipos, al igual que los servicios correspondientes. Todo un entramado hoy mejor coordinado.

▶ Terminal de Abroñigal, Madrid. En la página de la derecha, puesto de mando de Miranda de Ebro.



Dos de esos pasillos, pensados para que los trenes de mercancías pudieran circular en buenas condiciones y pasar fácilmente de una red nacional a otra, son una realidad que ha cumplido ya un año de funcionamiento, el Corredor 4 (Atlántico) y el 6 (Mediterráneo). Ambos atraviesan territorio español y sus expectativas de crecimiento para los próximos años muestran lo acertado de la idea.

.\ Agilidad en la gestión

Es el caso del Corredor 4. Hace un año la empresa que quisiera circular por este eje Atlántico necesitaba realizar las gestiones oportunas ante los administradores de Portugal, España y Francia. Hoy esos operadores no tienen más que acudir a la ventanilla única (OSS de One Stop Shop en inglés), en este caso situada en Madrid y gestionada por Adif, para solicitar la adjudica-

Corredores por territorio español

De los 9 corredores dibujados por la UE 2 atraviesan territorio español:

Nº4. *Corredor Atlántico, que une Portugal y Francia, suma más de 4.500 km de vías a lo largo del eje Sines-Lisboa/Leixões, Sines-Elvas/Algeciras, Madrid-Medina del Campo/Bilbao/San Sebastián-Irún, Burdeos-Le Havre/Metz, y lo integran Adif y los Gestores de Infraestructura de Portugal (Refer) y Francia (RFF). Está previsto que Alemania se incorpore a él a lo largo de 2016. Gracias a los resultados positivos de 2014 y ante la ampliación prevista, la ventanilla única, gestionada por Adif, ya trabaja en la definición de los surcos para 2016, en la cual se prevé una ampliación de la capacidad ofertada en torno a un 180%.*

Nº6. *Corredor Mediterráneo formado por Adif, junto a Francia (RFF), Italia (RFI), Eslovenia (ASZ), Hungría (MAV) y TPFerro, y adjudicadores de capacidad de Eslovenia (SZ) y Hungría (VPE). Este Corredor unirá Madrid y los principales puertos de la costa Este española con Europa a través de Francia, desde Algeciras (Cádiz) hasta la frontera en Portbou (Girona). Este Corredor se prolongará hasta Croacia antes de que finalice 2016.*

ción de capacidad, simplificando los procesos y mejorando la comunicación con las empresas ferroviarias y las terminales.

Así lo muestran los datos ofrecidos por el gestor español de infraestructuras con motivo de este primer aniversario, que reflejan el interés en los corredores por parte de los distintos actores ferroviarios, traducido en su intención de utilizarlos en el próximo año. En el Corredor del Mediterráneo, 8 empresas ya han solicitado surco para 2015; en el del Atlántico han sido 4 las solicitantes.

Un surco es la capacidad de infraestructura necesaria para que un tren circule entre dos puntos en un periodo de tiempo determinado, y para 2015 el Corredor 6 ya tiene una capacidad diaria solicitada de 60 surcos preestablecidos, de los 140 ofertados, lo que supone un 42% del total; mientras que en el caso del Corredor 4 ya se han solicitado 10 preestablecidos, de un total de 15, lo que supone un 67%.

Unos resultados positivos y mejores expectativas de futuro posibles gracias a que los Estados miembros, los gestores de infraestructuras y los órganos de adjudicación pertenecientes a los mismos han cumplido los plazos previstos cuando se inició su andadura.

Terminal del puerto de Algeciras, en el Corredor Mediterráneo.

Ventanillas Únicas

Parte importante de la organización en corredores ferroviarios ha sido la creación de las llamadas, en español, "ventanillas únicas" (OSS de One Stop Shop en inglés) para la adjudicación de capacidad, simplificando todos los procesos y mejorando la comunicación con las empresas ferroviarias y las terminales.

En el caso del Corredor 4 (Atlántico) Adif está desempeñando un papel clave ya que es quien gestiona la ventanilla correspondiente, operativa desde junio de 2013; para el del Mediterráneo son los italianos los responsables, con sede en Milán.

Estas ventanillas facilitan información sobre la forma de operar y acceder al corredor correspondiente, a sus infraestructuras y terminales, así como los sistemas de tarificación y los procedimientos de gestión del tráfico de los administradores de infraestructuras, incluyendo los casos de tráfico en situación degradada.

Además están encargadas de coordinar la construcción de surcos ferroviarios predeterminados en colaboración con los administradores de infraestructuras del corredor y de:

- *Adjudicar la capacidad de los surcos ferroviarios de reserva y predeterminados.*
- *Establecer un registro de las peticiones de capacidad del corredor.*
- *Establecer y mantener procesos de comunicación con administradores de infraestructuras y las terminales del corredor.*
- *Publicar el programa de los trabajos que pueden limitar la capacidad disponible del corredor de mercancías.*
- *Asegurar la monitorización del uso de los surcos ferroviarios predeterminados adjudicados.*

Así, a lo largo de este primer año de funcionamiento se ha diseñado y establecido la estructura de gobernanza de los corredores y se han elaborado los documentos y procedimientos necesarios para su buen funcionamiento. Además, se intensificó la comunicación con los actores del sector ferroviario para que conocieran mejor el funcionamiento y las oportunidades que los Corredores ofrecen.

.\ Ejemplo Atlántico

El Corredor 4, en el que Adif tiene una especial incidencia al gestionar su ventanilla única, sirve de modelo para analizar los logros y perspectivas de la red. En el balance de su funcionamiento se pone de manifiesto cómo esta forma de organización y gestión ha contribuido a mejorar la cooperación y a aumentar el compromiso no solo de los gestores de infraestructuras implicados, sino también de los Estados miembros.

Una colaboración que se ha plasmado en una mejor coordinación en asuntos prioritarios, tales como la planificación y evaluación de las inversiones previstas en el

corredor y en el análisis de posibles cuellos de botella existentes o futuros.

A esto hay que sumar la colaboración de las empresas ferroviarias y los gestores de terminales, con 7 reuniones celebradas en este primer año, en las cuales se debatieron aspectos con consecuencias directas para la inversión y la gestión de las empresas y las terminales.

Trayectoria que, tanto en el Corredor 4 como en el 6, lleva una perspectiva de incremento de la oferta para los próximos años además de, en cooperación con los distintos actores ferroviarios, de identificación de todos los parámetros susceptibles de generar un impacto positivo en el transporte de mercancías para seguir aumentando su competitividad.

Tras el primer año de funcionamiento, cada vez son más los actores ferroviarios interesados en la utilización de los Corredores

Un ejemplo es el catálogo de surcos ofertados por el Corredor Atlántico para 2015, 7 en sentido Sur-Norte y 8 en sentido Norte-Sur, que ofrece mejoras sustanciales frente al del año anterior, tanto en su coordinación, como en el incremento de la velocidad media y en la conexión con la frontera alemana.

Arriba, terminal de Abroñigal, Madrid. Debajo, terminal de Bilbao, en el Corredor Atlántico.

Revista del Ministerio de

Fomento

VIADUCTOS SINGULARES DEL SIGLO XXI (FERROCARRIL)

MONOGRÁFICO
Julio-Agosto 2014

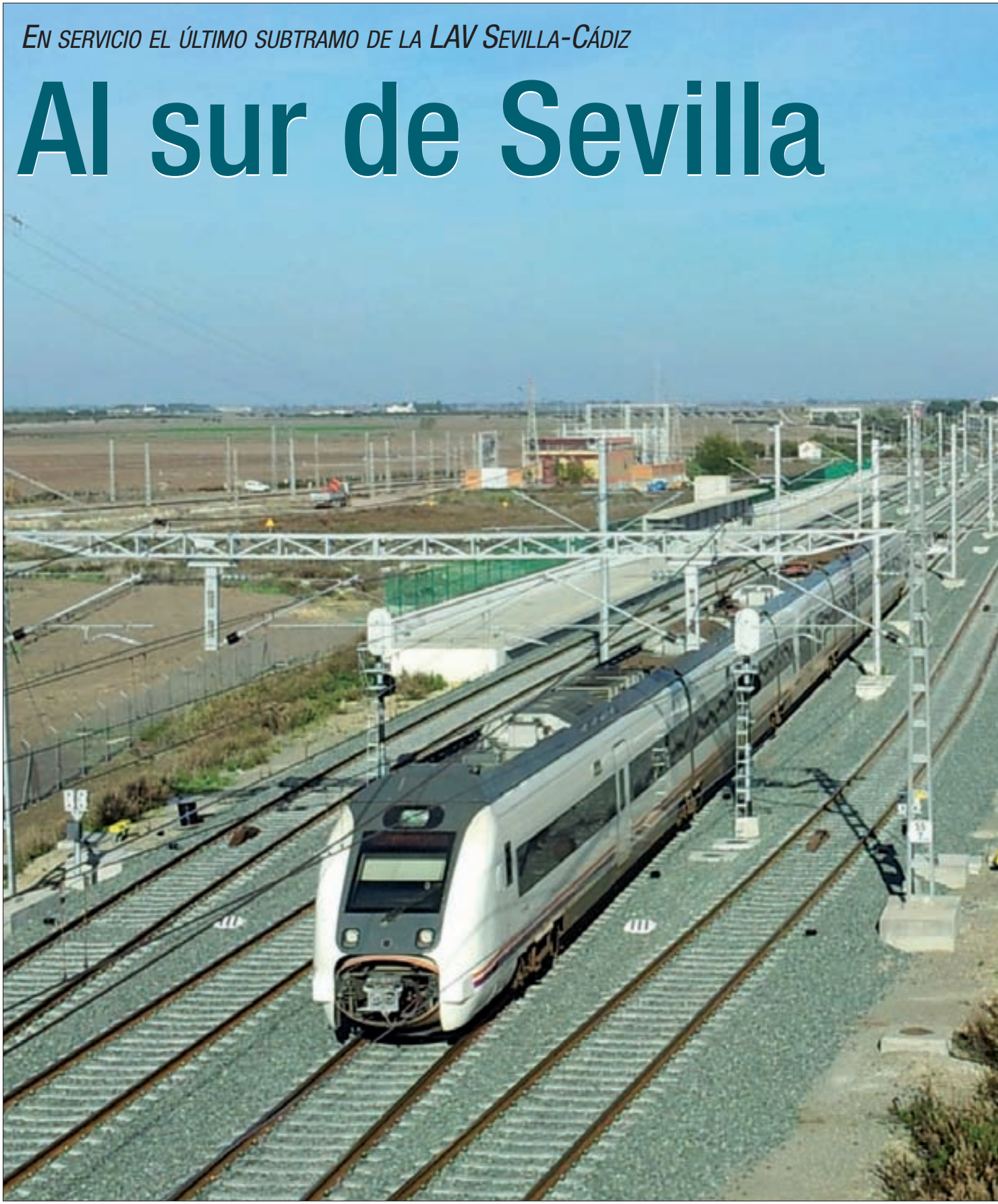
PVP: 6 €

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

SOLICITE SU EJEMPLAR EN TELF. : 91 597 53 85 / 53 91
Por fax: 91 597 85 84 (24 horas)
Por correo electrónico: cpublic@fomento.es

En servicio el último subtramo de la LAV Sevilla-Cádiz

Al sur de Sevilla



Un tren de Media Distancia de Renfe circula por la nueva estación de Las Cabezas de San Juan.

Javier R. Ventosa. Fotos: Adif

El Ministerio de Fomento, a través de la Dirección General de Ferrocarriles y de Adif, ha puesto en explotación parcial el subtramo Utrera-Las Marismillas y la nueva estación de Las Cabezas de San Juan, en la provincia de Sevilla. Con ello se da un paso casi definitivo para la finalización y puesta en servicio completa de la línea de alta velocidad Sevilla-Cádiz.

La entrada en servicio del subtramo Utrera-Las Marismillas, producida el pasado 9 de noviembre, constituye un hito prácticamente definitivo en la construcción de la conexión de alta velocidad Sevilla-Cádiz, que ya se encuentra en servicio en casi todo su recorrido de 153 kilómetros a través de las dos provincias andaluzas. Esta infraestructura de doble vía electrificada de ancho convencional, contemplada en el programa de inversiones del Plan de Infraestructuras, Transporte y Vivienda (PITVI) del Ministerio de Fomento, supone la prolongación hasta Cádiz del eje de alta velocidad Madrid-Sevilla, y su puesta en explotación completa se realizará en los próximos meses.

En el nuevo subtramo, de 28,6 km de longitud, se distinguen dos zonas. Entre Utrera y Las Cabezas de San Juan (23 km), la circulación de trenes, a una velocidad punta de 160 km/h, se efectúa temporalmente por una de las dos vías (la par), mientras en la vía impar se desarrollan trabajos en el acceso a la estación de Utrera y sendas actuaciones en dos puntos por interferir la vía existente con la vía impar. La finalización de estos trabajos, en fase de ejecución muy avanzada, marcará la apertura integral del subtramo y de toda la línea. Por su parte, entre la estación de Las Cabezas de San Juan y la pedanía de Las Marismillas (5,6 km) los trenes circulan ya sobre ambas vías con velocidades máximas de 200 km/h, igual que en el tramo contiguo Las Marismillas-Jerez de la Frontera (31,4 km), ya en servicio.

Mejoras en el servicio

La puesta en servicio del nuevo subtramo se ha traducido en un incremento de la seguridad y de las velocidades máximas en este recorrido, ya sean trenes de Cercanías de Sevilla o de Media y Larga Distancia, beneficios que se han trasladado también al resto de la línea. Hay que tener en cuenta, por ejemplo, que los trenes S-130 que cubren el trayecto Sevilla-Cádiz realizan por primera vez el recorrido completo entre Utrera y Je-

rez de la Frontera a velocidades que oscilan entre 160 y 200 km/h, superiores a las existentes hasta ahora y que se elevarán aún más cuando finalicen todas las actuaciones previstas. Además, cuando la segunda vía de este subtramo entre en servicio se incrementará la capacidad de la infraestructura hasta tres veces más que en la actualidad.

El tiempo de viaje en esta infraestructura se ha ido reduciendo de forma paulatina a medida que ha ido entrando en servicio la doble vía en sustitución de la vía única. Así, tras la apertura del último subtramo, se ha conseguido rebajar por primera vez la barrera de las cuatro horas para el trayecto directo del tren S-130 entre Madrid y Cádiz –y se reducirá aún más cuando terminen todas las actuaciones–, cuando hace cinco años se invertían más de 5 horas 30 minutos en el mismo. El viaje Sevilla-Cádiz, por su parte, se realiza ahora en 1 hora 29 minutos, y también se espera rebajarlo para consolidar al transporte ferroviario como una alternativa muy competitiva frente a la carretera para este trayecto.

Tras la apertura del nuevo recorrido, Renfe ha introducido cambios en los 26 servicios diarios de Media Distancia entre Cádiz, Sevilla, Córdoba y Jaén, básicamente en los horarios del trayecto entre Sevilla y Cádiz, pero esos cambios no han afectado a los seis servicios diarios de S-130 (tres de ida y tres de vuelta) que cubren el trayecto entre la capital de España y Cádiz. La operadora trabaja ya en un nuevo plan de movilidad orientado a redimensionar las frecuencias en esta línea de capacidad ampliada, que registra año a año un incremento en el número de viajeros, particularmente en el servicio del S-130 entre Madrid y Cádiz: 550.666 en 2011, 599.400 en 2012 y 634.646 en 2013.

.\ El trazado

El subtramo Utrera-Las Marismillas es el quinto y último en que se divide el tramo Utrera-Jerez de la Frontera de la línea de alta velocidad Sevilla-Cádiz, que se desarrolla prácticamente en su totalidad en la provincia de Sevilla. El trazado enlaza en su parte norte con el subtramo desdoblado Dos Hermanas-Utrera, en servicio desde el año 2003, y por el sur con el subtramo Las Marismillas-Jerez de la Frontera, en explotación completa desde abril de 2014.

Se trata de una variante de trazado que sustituye al tramo que comunicaba en vía única las estaciones de Utrera y Las Cabezas de San Juan, desarrollándose en su mayor parte junto a la vía única existente, que dejará de prestar servicio. Se inicia aproximadamente un kilómetro al sur de la estación de Utrera y llega hasta la pedanía de Las Marismillas, mediante un recorrido que atraviesa un terreno eminentemente llano, típico de la campiña de esta comarca del Bajo Guadalquivir. El trazado, que discurre por los términos municipales de Utre-

La mayor parte del nuevo trazado se desarrolla en paralelo a la línea antigua. En la página opuesta, paso bajo la autopista AP-4.

ra y Las Cabezas de San Juan, cruza bajo la autopista AP-4, la carretera nacional N-IV y la autonómica A-375, por debajo de estructuras ya existentes, así como sobre los arroyos Alocaz y Paraíso, discurriendo en parte del recorrido junto al Canal del Bajo Guadalquivir y las carreteras SE-428 y SE-9029.

El trazado se desarrolla en su mayor parte mediante alineaciones rectas, existiendo algunas curvas de amplio radio y corta longitud, así como una curva algo más acusada al entrar en la localidad de Utrera por el sur. A lo largo del recorrido se han construido siete pasos superiores para hacer permeable la nueva infraestructura ferroviaria al tráfico rodado. Su entrada en explotación, además, ha supuesto la supresión del último paso a nivel existente en toda la nueva línea Sevilla-Cádiz.

Hacia el final del subtramo se sitúa la nueva estación de Las Cabezas de San Juan, ubicada a unos 200 m en paralelo al antiguo edificio de viajeros, que ha dejado de prestar servicio, en una zona más próxima al casco urbano. La nueva terminal dispone de cuatro vías, dos de ellas pasantes, dos andenes con marquesinas, un edificio técnico y un parking exterior. En la primera parte de puesta en explotación solo presta servicio el andén principal, a la espera de la finalización de las obras en curso. Los andenes estarán conectados por un paso inferior, equipado con dos ascensores para garantizar la accesibilidad. La terminal, que dispone de máquinas autoventa, ha quedado conectada al sistema de información al viajero y a la megafonía centralizada desde el puesto de mando de Sevilla Santa Justa.

Vía y superestructura

El subtramo Utrera-Las Marismillas incorpora la misma vía y superestructura que equipan al resto de la línea. Así, los trabajos de vía en el subtramo, realizados en una parte por la UTE integrada por las empresas Azvi y Tecsa, y en otra por la empresa Ecisa, han consistido en el montaje de 28,6 km de vía doble en ancho convencional o ibérico (1.668 mm) sobre una capa de balasto, con carriles UIC 60 sobre traviesas de hormigón polivalente tipo PR-01, preparadas para su migración al ancho UIC (1.435 mm) cuando se produzca la transformación completa de toda la línea.

La línea está equipada con traviesas polivalentes preparadas para su migración al ancho UIC.

Camino al sur

La línea de alta velocidad Sevilla-Cádiz (153 km), prolongación hacia el sur del eje Madrid-Sevilla (476 km), es el resultado de la transformación y modernización de la línea convencional Sevilla-Cádiz, de vía única. Su construcción ha consistido en la duplicación del ferrocarril convencional y la ejecución de variantes y mejoras de trazado, sobre el que se han montado vías de ancho ibérico con traviesas polivalentes para su posterior adaptación al ancho UIC, lo que permite su explotación para tráfico mixto. Más de un centenar de kilómetros del trazado son empleados a diario por los servicios de Cercanías de Sevilla (entre Sevilla y Lebrija) y Cádiz (entre Cádiz y Jerez de la Frontera). Como singularidad, la línea se ha ido poniendo en servicio por tramos, no de forma completa.

La construcción de esta infraestructura, cuyos primeros trabajos datan de finales del pasado siglo, se inició en sus dos extremos: en la parte norte, en 2003 se inauguró la vía doble entre Sevilla y Utrera; y en la parte sur se duplicó la entrada a Cádiz y se realizó la integración del ferrocarril en la ciudad mediante el soterramiento del trazado urbano, en servicio desde 2002. En los años siguientes la doble vía creció en la provincia de Cádiz, extendiéndose por áreas de elevado valor ambiental hacia El Puerto de Santa María y Jerez, adaptándose al entorno metropolitano de la bahía de Cádiz mediante la integración del ferrocarril a su paso por núcleos urbanos (Puerto Real, San Fernando) y la construcción de cinco nuevas estaciones en la zona.

En los últimos años el Ministerio de Fomento ha dado un importante impulso a los trabajos de construcción de la línea, desbloqueando y finalizando el último tramo en la provincia de Cádiz (integración del ferrocarril en Puerto Real) y poniendo en servicio el largo tramo sevillano entre Utrera y Jerez de la Frontera, a falta de la segunda vía entre Utrera y Las Marismillas. En este tramo se han dispuesto tres nuevas estaciones: Las Cabezas de San Juan, Lebrija y Aeropuerto de Jerez.

Las instalaciones de señalización y comunicaciones serán aptas para circular a alta velocidad

En cuanto a la electrificación, realizada por las mismas empresas, sobre los postes levantados a lo largo del trazado se ha instalado una catenaria tipo Renfe CR-220, alimentada a 3.000 voltios en corriente continua desde la actual subestación de tracción de Las Cabezas de San Juan, la cual será renovada, así como desde la nueva subestación de Las Alcantarillas, que será construida para atender a la mayor demanda de circulación. La catenaria instalada es compatible con una futura tracción a 25 kV de tensión alterna.

Por último, las instalaciones de señalización y comunicaciones montadas serán aptas, cuando concluyan todos los trabajos de la línea, para circular a alta velocidad, y están incluidas dentro del proyecto de señalización, control de tráfico y sistemas de comunicación mediante la implantación del sistema de seguridad Ertms en el tramo Utrera-Jerez de la Frontera, adjudicado a Thales y Siemens Rail Automation en octubre de 2010, estando prevista su instalación posterior en el resto de la línea Sevilla-Cádiz.

Azvi

Alta Velocidad Sevilla-Cádiz
en doble vía...

...una realidad

Tramo Utrera-Las Cabezas de San Juan

Luis Vidal+Architects

Empresas españolas en el desarrollo de infraestructuras aeroportuarias en el mundo

Salidas internacionales

Javier R. Ventosa.

Decenas de empresas españolas participan mediante un nutrido grupo de proyectos en el proceso de expansión aeroportuaria mundial, destinado a afrontar el crecimiento del tráfico aéreo. De la construcción y gestión de aeropuertos, hasta la consultoría o los servicios de navegación aérea, el abanico de actuaciones de las empresas españolas del sector en su salida internacional es muy variado.

Un avión despega frente a la T2 de Heathrow, principal obra aeroportuaria española en el exterior.

El tráfico aéreo mundial crece sin freno. Entre 2004 y 2014 se ha pasado de 1.900 millones de pasajeros transportados a más de 3.300 millones, y las proyecciones auguran que en 20 años serán 7.300 millones, según la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI). Para afrontar esta demanda actual y futura hay en marcha una expansión de infraestructuras aeroportuarias a escala global, mediante la construcción y modernización de aeropuertos en países desarrollados y emergentes. En este proceso toman parte las empresas españolas, que tras desarrollar la red aeroportuaria de Aena exportan su experiencia en este campo. Se trata de una salida al exterior enmarcada en el proceso de internacionalización de la empresa española, en el que constructoras, concesionarias, consultoras e ingenierías, proveedores de servicios de navegación aérea y estudios de arquitectura, además de entidades públicas adscritas al Ministerio de Fomento, participan mediante un buen número de proyectos aeroportuarios, ya terminados o en desarrollo. Seguidamente se detallan sus principales actuaciones.

Gestión de aeropuertos

Las empresas españolas figuran entre las principales del mundo en la gestión de infraestructuras de transporte, entre ellas aeropuertos. A mediados de la pasada década operaban en más de 80 aeropuertos en Europa y América, pero en los últimos años, tras el repliegue de varios grupos del negocio, esa cifra se ha reducido. Hoy participan en la gestión de 23 aeropuertos (18 en América y 5 en Europa) y están comprometidas con su modernización para dar un mejor servicio y atraer más pasajeros.

Por volumen de pasajeros en el exterior (más de 85 millones en 2013), Ferrovial Aeropuertos es la más relevante. Tras la adquisición en consorcio en 2006 del *holding* BAA Airports Limited, que gestionaba los aeropuertos de Londres, pasó a ser uno de los mayores gestores aeroportuarios del mundo, con 31 aeropuertos en Europa, América y Australia, pero en el último lustro ha vendido la mayoría para concentrarse en el Reino Unido. Hoy es el primer accionista y socio industrial de Heathrow Airport Holdings (HAH), dueño del aeropuerto londinense de Heathrow, principal del Reino Unido y cuarto del mundo por pasajeros (73 millones en 2013), y como tal contribuye a la millonaria ampliación de sus instalaciones, que ha incluido dos nuevas terminales (T5 y T2) y la reforma de las demás, a la espera de una decisión sobre la tercera pista. En octubre, la empresa reforzó su presencia en el país con la compra, en consorcio con un fondo australiano, de los aeropuertos de Southampton, Glasgow y Aberdeen (12,4 millones de pasajeros en 2013), en los que ya participaba.

Luis Vidal+Architects

▶ *La T2 de Heathrow es un edificio diáfano, funcional, luminoso y sostenible. Debajo, avión estacionado en la terminal del aeropuerto de Toluca, en México.*

Mayor diversificación geográfica luce la entidad pública Aena, que con 48 aeropuertos de la red española y 15 en el exterior es el primer operador aeroportuario mundial por número de pasajeros/año (187 millones en España en 2013). En el pasado estuvo presente en 29 aeropuertos de seis países, mediante participación en el capital de las concesionarias o contratos de gestión. Hoy, su filial Aena Internacional es socio estratégico de Aeropuertos Mexicanos del Pacífico, integrado por 12 aeropuertos (entre ellos los de Guadalajara y Tijuana) que mueven 23 millones de pasajeros/año; y participa en la gestión y es socio operador de los colombianos de Cali y Cartagena de Indias (8 millones). El pasado octubre se convirtió en accionista mayoritario del aeropuerto de Londres-Luton, cuarto del Reino Unido (9,7 millones). En los tres últimos hay en marcha inversiones para ampliar su capacidad.

OHL

En Europa, Polonia es el gran destino de obra aeroportuaria de la Marca España, con obras en Varsovia, Lublin, Gdansk, Wroclaw y Szczecin

El panorama se completa con cuatro concesiones en América. En México, OHL Concesiones cogestiona desde 2005 el aeropuerto de Toluca, segundo de la zona metropolitana de México. En Jamaica, Abertis –que llegó a tener 31 aeropuertos en nueve países– mantiene su participación en el aeropuerto de Montego Bay. Y en Chile, Abertis y Globalvia participan desde 1998 en la concesión del aeropuerto de Santiago, mientras Cointer Concesiones (Grupo Azvi) gestiona el aeropuerto de Chacalluta.

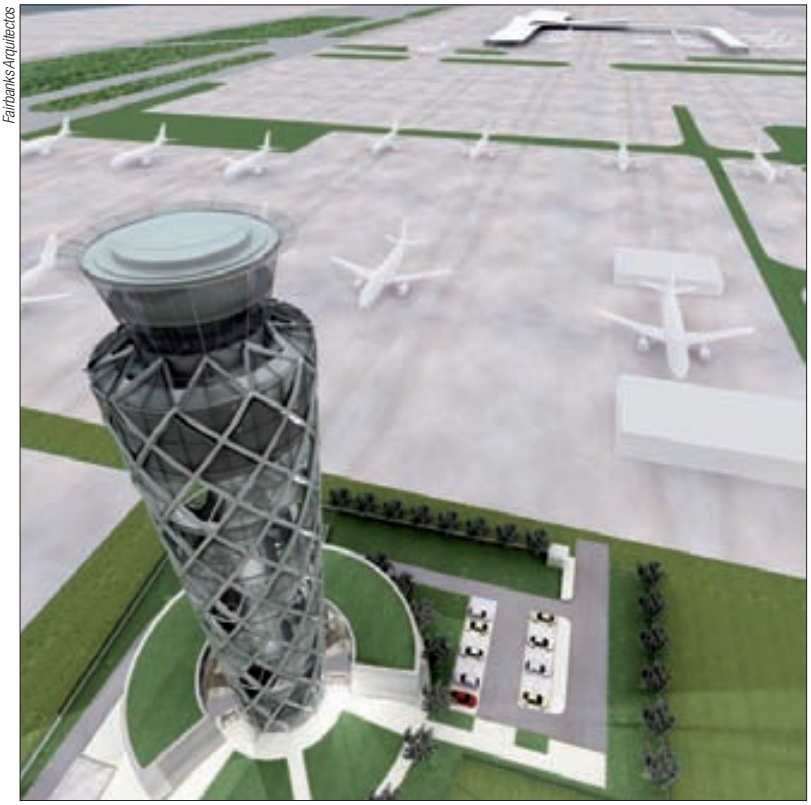
Terminal verde

Puerta de Londres. *La T2 de Heathrow recibirá 20 millones de pasajeros al año, de los que 8 millones serán de tránsito, lo que significa que será la única imagen que tengan de Londres. Por ello, el estudio Luis Vidal+Architects ha diseñado una terminal al servicio del usuario, con tres grandes espacios abovedados (facturación, seguridad y salidas) que facilitan la orientación, un singular techo ondulado y una fachada acristalada que favorecen la entrada de luz, y más de 20.000 m² de comercios y restaurantes.*

Sostenibilidad. *La T2 es la primera terminal que obtiene el certificado de construcción sostenible BREEAM en la categoría Excelente, por un diseño que busca la máxima eficiencia energética. Incorpora diversas medidas que reducen el 40% de las emisiones de CO_2: energías renovables (biomasa, paneles fotovoltaicos) que satisfacen el 20% de las necesidades, tratamiento especial de la luz solar (acristalamientos, lucernarios orientados al norte, control interior de luces) para reducir el consumo, disposición singular de aeronaves y suministro de energía a los aviones, que reducen el uso de motores. El 95% de los edificios demolidos para levantar la T2 ha sido reciclado.*

Premios. *La T2 ha sido galardonada con los premios UK Property en las categorías de Arquitectura pública y mejor proyecto regional del Reino Unido, y con otros dos al compromiso sostenible (Green Apple Awards y National Constructing Excellence).*

Fairbanks Arquitectos



Ferrovial

▶ *Infografía de la torre de control del aeropuerto de El Dorado (Colombia), proyectada y en ejecución por empresas españolas. Debajo, Terminal 2 del aeropuerto Lech Walesa de Gdansk.*

Las empresas españolas miran con atención el mercado mundial de concesiones. En América han optado sin éxito a los concursos convocados en Brasil, Puerto Rico y Colombia entre 2012 y 2014, y a principios de 2015 se conocerá el resultado del concurso de concesión para la ampliación y explotación del aeropuerto de Santiago de Chile, al que optan OHL, Sacyr, Ferrovial y Aena. La renovación de aeropuertos en EE UU (Miami y La Guardia han atraído el interés español) y la construcción de los nuevos de Orotina (Costa Rica), Daular (Ecuador) y Palmerola (Honduras), todos bajo modelo concesional, así como la modernización de 15 aeropuertos en México, son las próximas oportunidades en la región. Pero el gran contrato americano que todas ambicionan es el futuro aeropuerto de México DF, joya del plan de infraestructuras mexicano, un proyecto de más de 8.000 M€ de inversión que incluye una gran terminal y seis pistas para dar servicio a 120 millones de pasajeros, proyecto para el que el Ministerio de Fomento ya ha ofrecido la experiencia de las empresas españolas.

En la región de Asia-Pacífico, al calor del *boom* turístico, está prevista la construcción de decenas de aeropuertos en la próxima década y hay en marcha procesos privatizadores en varios países. Tailandia, Filipinas, Taiwán, Indonesia, India y Japón son algunos de los países donde los grupos españoles rastrean oportunidades. Y en Europa están interesados en la próxima licitación para la construcción y explotación del aeropuerto de Kastelli, que será el principal de la isla de Creta y el segundo de Grecia.

.\ Construcción

Las grandes constructoras españolas, igualmente entre las principales del mundo, han sido artífices de la configuración de la red de aeropuertos de Aena en nuestro país y también han dado el salto al exterior en este ámbito. Estas empresas, con antecedentes de obra en relevantes aeropuertos de Europa (París-Charles de Gaulle, Roma-Fiumicino, Praga-Ruzyne y Madeira) y América (Medellín, Santiago de Chile y Panamá), han ampliado su radio de acción y desarrollan hoy actuaciones en los cinco continentes.

La principal actuación española en este ámbito es la Terminal 2 o Queen's Terminal, último hito de la ampliación del aeropuerto londinense de Heathrow. Inaugurada por la reina Isabel II en junio de 2014, es obra de un consorcio liderado por Ferrovial-Agromán, con diseño del estudio Luis Vidal+Architects y apoyo de las ingenierías Fhercor, Solventa y Euroestudios. La T2, que releva a una terminal de 1955, es una estructura de 210.000 m^2, en seis plantas, que acogerá 20 millones de pasajeros al año. Considerada como una de las puertas de entrada al país y una referencia en materia medioambiental, ha requerido cinco años de trabajo y 3.000 M€ de inversión.

Polonia es el gran destino de obra aeroportuaria de la Marca España, protagonista de la ampliación del aeropuerto Chopin de Varsovia, principal del país. Ferrovial-Agromán, en consorcio con Budimex (filial) y el estudio de arquitectura Lamela, proyectó y construyó la mayor parte de la Terminal 2, la filial de ACS Hochtief ultima la remodelación de la T1 (según diseño del mismo estudio) y Budimex amplía actualmente la pista, trabajos que han elevado su capacidad de 3,5 a 10 millones de pasajeros/año. La cartera aeroportuaria de Ferrovial en

TYPSA

▶ *Nueva terminal del aeropuerto de Guarulhos en Sao Paulo (Brasil), inagurada en junio pasado.*

el país, a través de su filial, es notoria: en cinco años ha construido terminales en los aeropuertos de Lublin, Gdansk y Wroclaw, una nueva pista en el de Katowice y ahora amplía la de Szczecin. Sin salir de la zona, filiales de FCC y ACS modernizan la infraestructura del aeropuerto de Riga (Letonia), principal del Báltico. FCC también firmó obras de construcción en el aeropuerto de Berlín-Brandeburgo, y Dragados (ACS) entregó en 2012 la nueva terminal de Gibraltar.

La presencia constructora española se extiende a otros continentes. En Asia-Pacífico, filiales de ACS ejecutan la T4 del aeropuerto de Melbourne (Australia) y trabajos de ampliación del aeropuerto de Abu Dabi, mientras Grupo Sanjosé reforma el aeropuerto de Katmandú (Nepal). En África, Acciona construye dos terminales aeroportuarias en Cabo Verde; una filial de Sacyr ha ampliado las de Luanda y Catumbela (Angola); y FCC levanta las torres de control de Argel, Orán y Constantina (Argelia). En América, FCC construye el Centro de Gestión Aeronáutica de Colombia (CGAC) y la torre de control del aeropuerto de Bogotá (Colombia), y reforma el mayor aeropuerto de Costa Rica; OHL ha rehabilitado pistas en Miami y Palm Beach (EE UU) y renueva la plataforma en Santiago de Chile; y filiales de ACS han construido terminales en Sacramento y San Diego, renovado la T2 de San Francisco y modernizan el área terminal central del aeropuerto de Los Ángeles. En los últimos años, constructoras españolas han modernizado aeropuertos gestionados en México, Colombia, Perú, Chile y Jamaica. Así, en México, el Grupo Aeroportuario del Sureste (ASUR) ha adjudicado a Aldesa tres contratos por 174 M€ destinados a la ampliación de la Terminal 3 del aeropuerto de Cancún, y que consistirán en la ampliación del edificio de la terminal así como del rodaje conector y de la plataforma en un área de 36.659 m^2. Este proyecto aeroportuario se suma a la cartera de obra que Aldesa ha ejecutado en México, como la finalización de la T2 del aeropuerto internacional de San José del Cabo (Baja California Sur) o la ampliación del edificio terminal, sala de última espera y torres de embarque de la T2 del aeropuerto internacional de Guadalajara (Jalisco).

.\ Ingeniería y consultoría

También las empresas de ingeniería y consultoría desarrollan proyectos aeroportuarios fuera de España, participando gracias a su versatilidad en las fases de planeamiento, diseño, construcción y operación de los mismos. Lo hacen arrastradas por concesionarias o constructoras españolas, pero también en consorcios internacionales.

La ingeniería pública Ineco, autora de los planes directores de la red de Aena, presenta un portfolio muy variado: ha elaborado los proyectos de ampliación de los aeropuertos de Cabo Verde, los planes de modernización de aeropuertos de Nepal, Costa Rica y Ecuador, trabajos para la ampliación de los aeropuertos de Bogotá y Casablanca y el proyecto de la nueva terminal de Odessa (Ucrania), entre otros. Actualmente está presente en dos

'Handling' en el exterior

Incluso el sector de la asistencia en tierra de aeronaves (handling) *tiene alguna presencia internacional española. Actualmente, y tras el repliegue de varias constructoras de este negocio, tres empresas ofrecen servicios de* handling *de pasajeros y carga aérea en el exterior: Acciona Airport Services desarrolla esta actividad en tres aeropuertos alemanes (Fráncfort y los berlineses de Tegel y Schönefeld), FCC –tras desprenderse del negocio en Bélgica– es el operador de* handling *de los aeropuertos romanos de Fiumicino y Ciampino, y el grupo Globalia, segundo operador de España, realiza este servicio en el aeropuerto de Casablanca (Marruecos).*

▶ *Infografía de la futura terminal del aeropuerto Houari Boumediane de Argel. Debajo, vista general del aeropuerto de Lublin (Polonia).*

Prointec

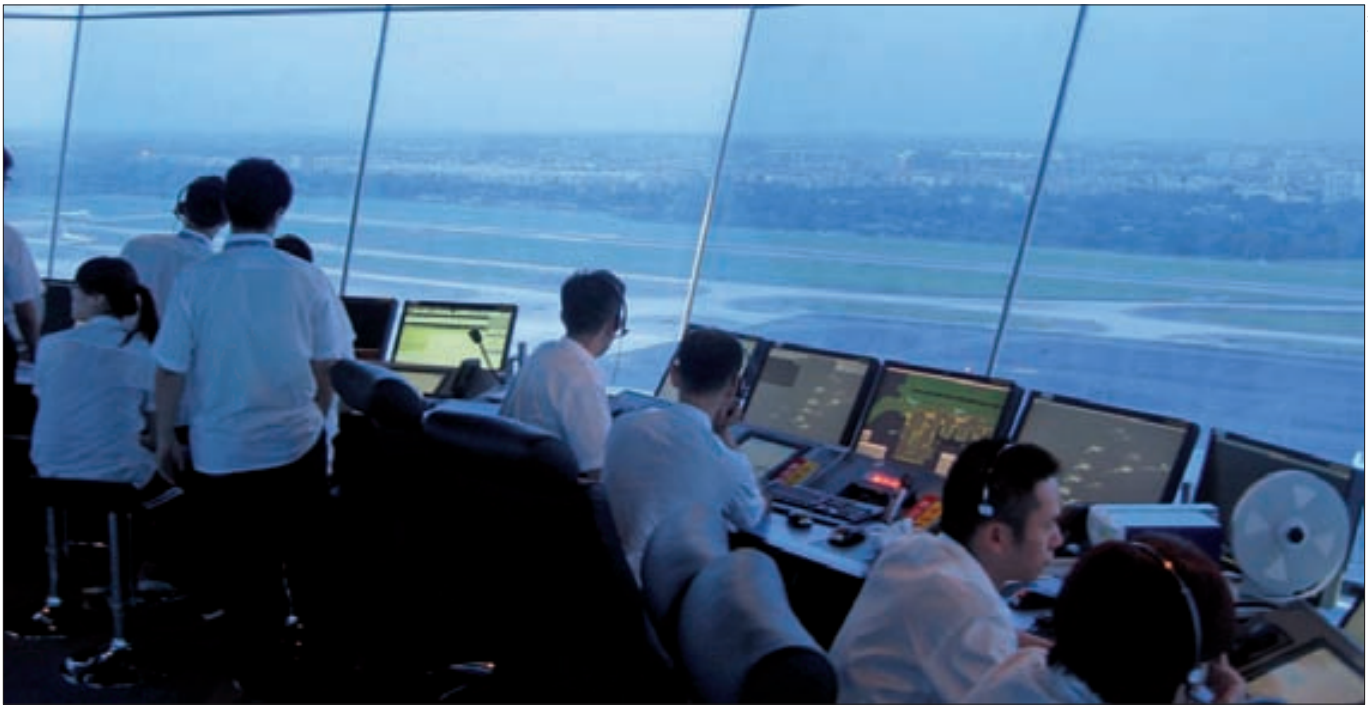
Sener © Port Lotniczy Lublin

proyectos de envergadura en el golfo Pérsico. En Kuwait lleva a cabo en consorcio el *project management* (control y seguimiento del proyecto) de la ampliación del aeropuerto de Kuwait City, donde se construye una nueva terminal y la tercera pista, que elevarán la capacidad de 9 a 20 millones de pasajeros. Y en Abu Dabi desarrolla desde 2014, junto con Aena, la puesta en operación de la futura terminal (Midfield Terminal Complex), de 700.000 m^2, uno de los mayores proyectos de expansión aeroportuaria en el mundo, que doblará la capacidad del aeropuerto de 15 a 30 millones de pasajeros. En ambos casos Ineco aprovecha la experiencia adquirida en las ampliaciones de Barajas y El Prat.

Entre las ingenierías con mayor experiencia foránea destaca Sener, cuyas principales referencias son la ampliación de los aeropuertos de Varsovia, Lublin (Polonia), Guadalajara, Tijuana (México) y Argel (Argelia), el proyecto del CGAC y la torre de control en el aeropuerto de Bogotá y el diseño de infraestructuras en el de Manizales (Colombia), entre otras. Por su parte, la experiencia adquirida por el Grupo Typsa le ha permitido participar en algunos de los proyectos internacionales más importantes, como la ampliación del aeropuerto de Sao Paulo, el mayor de Brasil, donde han firmado el plan director y el proyecto constructivo del mismo, equipado con una nueva terminal que eleva su capacidad a 42 millones de pasajeros/año; también ha intervenido en los aeropuertos de Lima y Pisco (Perú), Belo Horzonte (Brasil), Salvador y Copán (Honduras). También Prointec, con una amplia experiencia en el desarrollo global de este tipo de infraestructuras, participa actualmente en dos de los principales proyectos de la región MENA: la ampliación del aeropuerto de Sharm El Sheik (Egipto) y en la nueva terminal del aeropuerto de Argel (Argelia). En ambos Prointec proporciona sus servicios de asistencia técnica integral desde las fases iniciales de planificación, posterior desarrollo constructivo y fases finales de puesta en servicio y operación. En esta región también desarrolla la ampliación del aeropuerto Alejandría-Nozak, y en el continente americano cuenta asimismo con otra serie de proyectos igualmente relevantes en países como Panamá, Perú, Colombia, Chile y Bolivia.

Navegación aérea

En este campo, la multinacional Indra es una referencia mundial. En las últimas décadas ha suministrado soluciones de gestión del tráfico aéreo a más de un millar de aeropuertos e instalaciones de 140 países. Todo el espacio aéreo centroamericano y parte del sudame-



Indra

Arquitectos sin fronteras

Son varios los arquitectos españoles que han exportado sus diseños aeroportuarios, pero hasta ahora solo dos los han visto materializados. Se trata de la T2 del aeropuerto de Heathrow, de Luis Vidal+Architects, que evoca a la terminal de Zaragoza del mismo estudio; y la T2 y la remodelación de la T1 del aeropuerto de Varsovia, firmadas por el Estudio Lamela, co-autor de la T4 de Barajas. Hay otros tres proyectos que aún no han llegado a la fase de obra: la terminal del aeropuerto de Perm (Rusia), del taller de Ricardo Bofill (autor de las terminales de El Prat); la de Sharm-el-Sheikh (Egipto), de Fairbanks Arquitectos (autor de las terminales de Málaga y Alicante); y un futurista puerto espacial en Colorado (EE UU) cuyo diseño desarrolla Luis Vidal+Architects. Entre los proyectos con firma española no ejecutados figuran las terminales de Malabo (Guinea Ecuatorial), Cracovia (Polonia), Shenzhen y Qingdao (China), Taipei (Taiwán), Colón (Panamá), Palmerola (Honduras) y el intercambiador de transporte de Denver (EE UU). Los estudios de arquitectura españoles también diseñan torres de control. Es el caso de Fairbanks Arquitectos, co-diseñador junto a Sener de cinco torres de control en Argelia (Argel, Orán, Constantina, Ghardaia y Tamanrasset) y otra en Bogotá (Colombia), todas en ejecución. O de César Portela, diseñador con Prointec de la torre de control de Sharm-el-Sheikh. Como obra singular, ACXT-Idom ha proyectado un puente binacional integrado en la terminal del aeropuerto de Tijuana (México) para el acceso exclusivo de viajeros hasta una terminal en San Diego (EE UU) a través de la frontera, estructura en ejecución.

ricano, de algunos de los países con más tráfico aéreo de Europa (Alemania y Benelux), el 43% del espacio aéreo chino o el de la costa este de Australia se gestionan desde centros o torres de control equipados con tecnología de esta empresa. Decenas de aeropuertos incorporan sus sistemas de comunicaciones, radares aéreos o de superficie y ayudas a la navegación. Entre sus referencias en 2014 figuran los centros de control aéreo de Chengdu y Xian (China), los sistemas de gestión del tráfico aéreo en los aeropuertos de Mascate (Omán) y Danang (Vietnam) o la implantación de sistemas de gestión integral en el aeropuerto de Nairobi (Kenia). Otra empresa, Emte Sistemas (Comsa Emte), ha suministrado sistemas de ayudas a la navegación a una veintena de aeropuertos de Ecuador, Chile, Argentina, Perú, México, Polonia, Marruecos y Nepal.

Por su parte, las públicas Ineco y Aena también proveen servicios internacionales de navegación aérea. La consultora ha diseñado la reorganización de los espacios aéreos de Egipto y Marruecos, implementa un plan de aeropuertos y navegación aérea en Nepal y ha diseñado los requerimientos técnicos de la torre de control del aeropuerto de Bogotá. Y Aena Internacional presta servicios de transferencia de tecnología y capacitación para la operación en los aeropuertos de Cuba, y servicios de consultoría en operación y seguridad en el aeropuerto de Luanda (Angola). Ambas, además, han desarrollado conjuntamente en 2014 el diseño de los procedimientos de vuelo y la calibración de las radioayudas de los aeropuertos de Mascate y Salalah (Omán), actividad que la operadora ya realizó el año anterior en los aeropuertos marroquíes de Fez y Errachidia. ▮

▶ *Indra ha implantado sus sistemas en el centro de control de Chengdu, uno de los principales de China.*

AEROPUERTO DE GUARULHOS EN SÃO PAULO, BRASIL

Plan Director y Proyecto Básico y Constructivo de la ampliación y modernización del aeropuerto

Supervisión de las Obras de Ampliación del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez en Lima, Perú

Proyecto de Construcción y Control y Vigilancia de las Obras de la Nueva Área Terminal del Aeropuerto de Barcelona

Proyecto Básico y Constructivo del Aeropuerto de Copán en Honduras

detrás de grandes obras siempre hay una gran ingeniería

Grupo TYPSA: 49 años de continua presencia en la gestión y desarrollo de todo tipo de infraestructuras y equipamientos.

- **Conocimiento y Experiencia:** TYPSA ha participado en el proyecto y supervisión de los principales aeropuertos españoles y latinoamericanos.
- **Capacidad Técnica:** TYPSA dispone de especialistas en infraestructuras aeroportuarias y disciplinas complementarias para cubrir eficazmente todas las fases del desarrollo de la obra civil e instalaciones aeroportuarias.
- **Innovación:** TYPSA desarrolla su propia tecnología aplicada a sistemas avanzados en ingeniería aeroportuaria.
- **Exportación:** TYPSA exporta tecnología punta participando en ambiciosos desarrollos aeroportuarios en todo el mundo.

TYPSA

INGENIEROS CONSULTORES Y ARQUITECTOS

www.typsa.com

El tren laboratorio A330 Séneca incorpora nuevas tecnologías que mejoran sus prestaciones y rendimiento

Chequeos a alta velocidad

Mariano Serrano. Fotos Adif

Adif mantiene un continuo proceso de actualización del tren Séneca con el fin de renovar su capacidad tecnológica, mejorar su versatilidad para un empleo más óptimo e incorporar nuevos sistemas que aumenten sus prestaciones y rendimiento. Con ello, este tren laboratorio, operativo desde el año 2007, se ha situado ya a la cabeza de un selecto grupo de trenes laboratorio como el Dr. Yellow japonés, el Dia.Man.Te italiano o el Vigirail francés.

Seguridad y confortabilidad son, además de la rapidez, los parámetros básicos de la alta velocidad. Para conseguir tales objetivos resulta fundamental, previamente a cualquier actuación de mantenimiento, disponer de datos e indicadores precisos que permitan evaluar de forma continua el estado de todas las infraestructuras que conforman la red con el fin de mantener en todo momento los altos índices de calidad que la caracterizan. Este análisis del estado de las infraestructuras requiere, en el caso de la alta velocidad, de vehículos automotores que, reproduciendo las condiciones de circulación de los trenes comerciales –e incluso otras de mayor solicitación para pruebas específicas–, estén dotados de un sistema integrado de herramientas, basadas en la más alta tecnología, capaces de auscultar y evaluar el desarrollo de esas condiciones de circulación.

A la izquierda, coche en el que se ubican los equipos auxiliares, monitores de seguimiento y asientos. Debajo, equipo de medida de uno de los coches laboratorio.

El tren A330 Séneca

La red de alta velocidad española cuenta desde hace años para estas labores con el tren auscultador A330, bautizado como Séneca. El tren, con las correspondientes modificaciones para adaptarlo a sus funciones de auscultación y laboratorio, está basado en el Talgo 350, fabricado por Patentes Talgo y Bombardier hace más de diez años, que ha servido como prototipo para la actual serie de alta velocidad 102. Aunque actualmente estos trenes –de los que en España operan 46, siendo también uno de los más vendidos en el extranjero (dará servicio a la línea La Meca-Medina)– disponen de dos cabezas tractoras, originalmente el tren prototipo estaba formado por una única cabeza tractora y seis coches. En la unidad utilizada como tren laboratorio se han efectuado diversas modificaciones para adaptarlo a las funciones que realiza, estando configurado en la actualidad por una cabeza motriz, tres coches remolque y un cuarto coche de bogies y cabina de conducción (CEBYC) con el mismo aspecto externo que la cabeza tractora e idéntico comportamiento dinámico. Aparte de estas modificaciones de configuración, Adif ha adaptado los coches, de manera que dos de ellos –un coche extremo de un eje y el intermedio de 2 ejes– están destinados a albergar todos los equipos tecnológicos de medida y análisis, así como los puestos de sus operarios, mientras el tercer coche extremo, de un eje, dispone de 16 asientos similares a los de los coches comerciales y distintos equipos y servicios auxiliares, como varios monitores donde se visualiza en tiempo real, por ejemplo, la interacción del pantógrafo con la catenaria y se visionan los principales parámetros durante la circulación. En el tren prestan servicio un encargado de pruebas, cuatro operadores, un supervisor y dos maquinistas.

▶ *Uno de los dos coches laboratorio con que cuenta el Séneca.*

El plan de explotación del A330 Séneca incluye auscultaciones de todas las líneas de alta velocidad (con excepción, de momento, de la línea Madrid-Valladolid por la falta de conexión entre Atocha y Chamartín, actualmente en construcción, y del tramo Ourense-Santiago-A Coruña de la aún no concluida línea Madrid-Galicia, también por falta de conexión con el resto de la red, tramo que se ausculta con la utilización de los trenes BT). Son 2.042 km de línea (4.084 km de vía) de las líneas, tramos y bifurcaciones siguientes: Madrid-Sevilla, La Sagra-Toledo, Córdoba-Málaga, Torrejón-Valencia, Albacete-Alicante, Madrid-Figueres y el consorcio internacional hispano-francés del tramo Figueres-Perpiñán. La frecuencia y periodicidad de la toma de datos y análisis depende del tipo de auscultación, según se especifica más abajo, y algunas auscultaciones requieren varias circulaciones. Por lo que, en total, el A330 Séneca recorre cerca de 85.000 km al año.

.\ Parámetros de auscultación

Este tren laboratorio cuenta con sistemas de medida que permiten recoger y analizar parámetros y datos relativos a los siguientes sistemas: auscultación dinámica y geométrica de la vía, auscultación dinámica de la catenaria, inspección de las comunicaciones móviles GSM-R, sistema de auscultación de balizas ERTMS/ETCS (SABE) –que actualmente se encuentra en la fase final de desarrollo– y odometría global. También cuenta con un sistema TIC, en estos momentos en su fase final de implantación, para la integración de todos estos sistemas de medida con el fin de aprovechar su valoración y explotación conjunta.

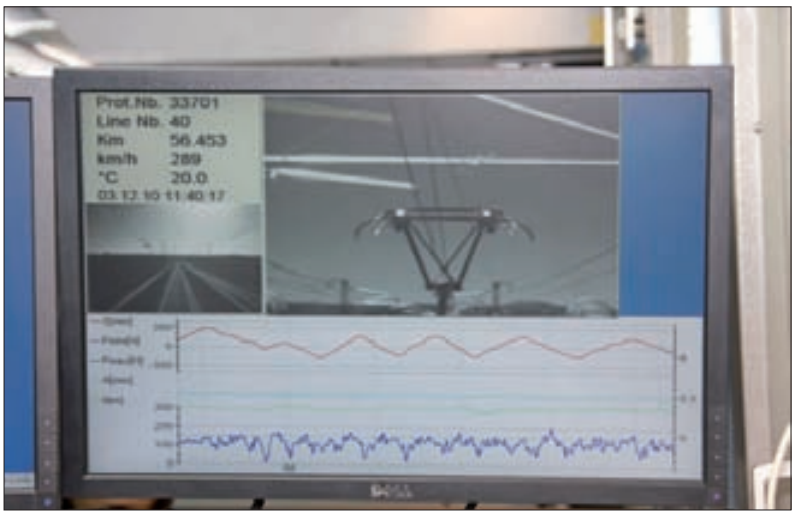
La auscultación dinámica de vía mide los efectos dinámicos producidos por la circulación de los trenes. Esto permite detectar cualquier irregularidad de la vía que afecte a la seguridad, la fatiga de la vía o la confortabi-

lidad del usuario durante el viaje. Tales irregularidades pueden consistir en defectos puntuales de alineación o nivelación transversal (alabeo), que pueden afectar a la seguridad; defectos puntuales de nivelación vertical y de superficie de carril, los cuales afectan a la fatiga de la vía, y defectos de onda larga tanto verticales como transversales, que están relacionados con el confort del viajero. Estas mediciones implican también una medida exacta de la velocidad y la posición (p.k.) del tren. Para la medición de los efectos dinámicos de la vía cuenta el tren con 18 sensores de aceleración ubicados en distintas partes. Para la correcta valoración de los datos el tren debe circular a la velocidad máxima de explotación de la línea (330 km/h). El equipamiento de medida ha sido fabricado por el Laboratorio de Dinámica y Auscultaciones de Adif. La auscultación dinámica de la vía se realiza una vez al mes en todos los tramos citados.

La auscultación geométrica de vía –que se realiza también una vez al mes conjuntamente con la anterior, aunque su análisis y evaluación es trimestral– mide, en distintas longitudes de onda, todos los factores que intervienen en la calidad de la vía en este aspecto. Los más importantes son los relativos al ancho de vía, la nivelación longitudinal, la alineación, el alabeo y el peralte. Para esta auscultación el Séneca lleva instalado un equipo de medida Laserrail 4000 de ImageMap-Mer-

Esquema del A330 Séneca.

1. Coche de bogies con cabina de conducción (CEBYC). 2. Coche para equipos auxliares y asientos. 3. Coche laboratorio. 4. Coche laboratorio. 5. Cabeza tractora



Monitor donde se visualiza en tiempo real la acción del pantógrafo con la catenaria.

mec, basado en tecnologías ópticas láser. Esta evaluación se realiza de acuerdo con las normas UNE-EN-13848-5 y UNE-EN-14263 Anexo 3, Calidad de Vía (QN).

La auscultación dinámica de catenaria consiste en la medición del comportamiento dinámico de la catenaria, detectándose los puntos irregulares en el contacto entre pantógrafo y catenaria. Concretamente, se miden las fuerzas dinámicas pantógrafo-catenaria en sentido vertical y longitudinal; aceleraciones verticales en frotadores, descentramiento del hilo de contacto, la aceleración vertical del bastidor del pantógrafo y el desplazamiento vertical en régimen dinámico, el recorrido y la velocidad. La medición se hace de acuerdo con la norma UNE-EN-50317, mediante un sistema diseñado y fabricado por la Deutsche Bahn y pantógrafo DSA-380 EU

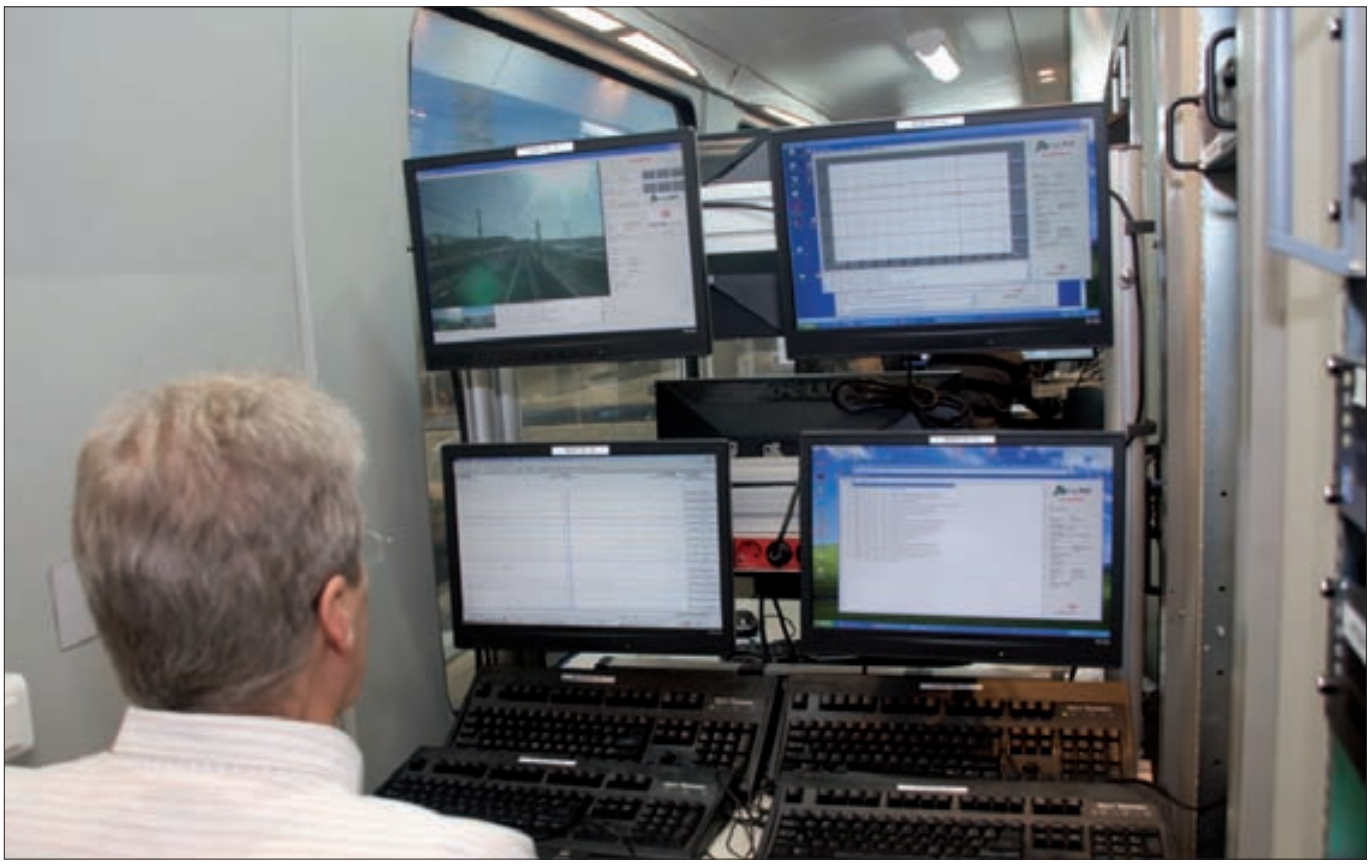
El tren Séneca está basado en el prototipo del Talgo 350.

Características del A330 Séneca

Longitud:	82 m.
Peso total en orden de marcha:	190 t.
Velocidad máxima:	330 km/h.
Velocidad máxima en pruebas:	363 km/h.
Potencia:	4.000 kW.
Motores:	4 de tracción asíncronos trifásicos.
Potencia máxima:	1.020 kW en el eje motor.
Par nominal:	2.589 Nm.
Tensión y frecuencia de alimentación:	25 kV a 50 Hz.
Sistemas de señalización:	ASFA, ERTMS niveles 1 y 2.
Sistema de comunicación:	GSM-R.

instalado sobre el coche CEBYC. Esta auscultación se realiza dos veces al año, aunque en cada ocasión son necesarias al menos tres circulaciones por cada vía.

La inspección de comunicaciones móviles GSM-R tiene como objetivo comprobar la calidad de los servicios de voz, utilizados para las comunicaciones entre el tren y el puesto de mando, y los servicios de datos de los equipos ETCS para la comunicación entre tren y RBC. El equipo para esta verificación es el sistema Netprobe2, de la empresa ComtestWirelees International, que consta de 4 antenas GSM-R, 2 antenas GPS, 6 CAB-Radio, 2 escáneres TSMx y un 1 PC. La medición del nivel de cobertura se realiza una vez al mes y la verificación de la calidad del servicio es semestral.



El Séneca realiza también ensayos para nuevos equipos de innovación tecnológica en materia de ferrocarriles e infraestructuras ferroviarias

La odometría global tiene como finalidad facilitar datos generales como localización del tren a lo largo de la vía, cálculo de la velocidad, detección del sentido, proporcionar hora y fecha, dar las coordenadas de situación, generar y distribuir las señales de sincronización y generar y distribuir los datos de localización. El sistema ha sido desarrollado e implementado por Mermec.

Por su parte, **el sistema de auscultación de balizas ERTMS/ETCS (SABE)** permite la detección de balizas o grupos de balizas con incoherencia de datos. El sistema, que en estos momentos está en la fase final de desarrollo y que muy pronto será implementado en el tren, es un proyecto del Instituto de Magnetismo Aplicado (IMA) de la Universidad Complutense de Madrid.

Por otro lado, el tren contará muy pronto con un sistema TIC, ya en su fase final de implantación, con el que se pretende la utilización de todos los subsistemas de medición anteriores en una plataforma conjunta compartida por el tren auscultador y el laboratorio de Adif.

El Séneca recorre cerca de 85.000 km al año auscultando más de 4.000 km de vías de alta velocidad.

Señalar, por último, que el trabajo del A330 no se limita a la auscultación de las líneas en funcionamiento, sino que también realiza pruebas funcionales para la puesta en servicio de otras nuevas, llevando a cabo además ensayos para la implementación de nuevos equipamientos y distintas pruebas y medidas relativas a proyectos de innovación tecnológica en materia de ferrocarriles e infraestructuras ferroviarias, tanto para Adif como para empresas externas u otras administraciones ferroviarias.

Eficiencia práctica e investigación viajan, pues, de la mano a bordo del Séneca.

Centro de publicaciones

Librería de publicaciones oficiales

www.fomento.gob.es

Pepa Martín Mora. Fotos: AG Aena

El aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas optimiza la gestión de sus operaciones gracias a la implantación del programa A-CDM, un sistema que permite compartir información a Eurocontrol, a las aerolíneas, a los proveedores y a los propios aeropuertos.

Mejorar la eficiencia en la gestión del tráfico aéreo en los aeropuertos europeos es el objetivo del programa A-CDM (Airport-Collaborative Decision Making) un sistema que permite compartir la información de las operativas de cada vuelo para una toma de decisiones más conjunta y eficaz. Una mejora que se traduce sobre todo en la reducción de las demoras al incrementar la predictibilidad de los despegues y aterrizajes y lograr un uso más óptimo de todos los recursos, desde la propia gestión de capacidades en el espacio aéreo y aeroportuario o los recursos humanos de asistencia en tierra.

En nuestro país, el A-CDM está operativo en el aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas, que ha sido el primero en ponerlo en marcha en España y el duodécimo de Europa. Entre otros aeropuertos, cuentan ya con él los de Múnich, París-Charles de Gaulle, Bruselas, Fráncfort, Helsinki, Londres-Heathrow, Düsseldorf, Zúrich, Oslo, Berlín-Schöenefeld y Roma-Fiumicino. Se encuentra también en fase de implantación en otra treintena de aeropuertos, entre ellos los de El Prat-Barcelona, que ya ha comenzado las pruebas operacionales con el fin de convertirse en aeropuerto A-CDM durante el primer semestre de 2015, así como el de Palma de Mallorca.

Eurocontrol ya ha reconocido la completa integración en el programa del aeropuerto madrileño, en el que ha estado trabajando desde 2011 conforme a los procesos de desarrollo emprendidos de forma conjunta por Aena y ENAIRE, que han permitido comprobar, entre otras mejoras, cómo al estar los vuelos mucho más planificados los aviones han permanecido menos tiempo en espera en las pistas, reduciendo con ello los consumos de carburante de manera sensible.

El aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas ha sido el primer aeropuerto español y el duodécimo de Europa en poner en marcha el programa A-CDM

El aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas implanta el programa A-CDM que asegura una mejor gestión del tráfico aéreo

Las ventajas de compartir

Plataforma de estacionamiento de aeronaves del aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas.

A la izquierda, vestíbulo de la terminal 4 de Madrid-Barajas. Debajo, zona del centro de conexiones.

Esta iniciativa, impulsada por Eurocontrol, y en la que participan Aiports Council International-Europe, Civil Air Navigation Services Organisation (CANSO) y la Asociación Internacional de Transporte Aéreo (IATA), está integrada dentro del programa SESAR (Single European Sky ATM Reserch) para mejorar la gestión del tráfico aéreo en el marco del Cielo Único Europeo, y se espera que pueda estar implantada, al finalizar el año, en casi una veintena de aeropuertos europeos.

Optimizar la gestión

A-CDM se basa en la colaboración entre los distintos agentes implicados en los procesos aeroportuarios –como son los de control de tráfico aéreo, compañías aéreas, agentes de *handling* y operadores–, es decir: en los procesos de llegada, rotación y salida de los aviones.

Propiamente el programa lo que hace es gestionar y compartir la información precisa, mejorando el intercambio de datos en tiempo real entre los aeropuertos y la red ATFM (Gestión de Afluencia del Tránsito Aéreo), una medida totalmente innovadora que permite este nuevo programa y que ha supuesto un cambio radical en la forma habitual de trabajo de los aeropuertos europeos. Se consiguen optimizar así los procesos tanto de planificación de los vuelos como las operaciones de la terminal.

Puestos de facturación de la terminal 4 de Madrid-Barajas.

Resultados

Los primeros buenos resultados de la implantación del A-CDM en el aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas no se han hecho esperar y se han experimentado, fundamentalmente, a nivel de gestión del tráfico.

En este sentido, se han reducido las esperas en cabeceras a aproximadamente una tercera parte del tiempo habitual, y al reducirse estas la ventana de tolerancia de la hora de despegue se está utilizando de forma más flexible que antes. Además, al disponer de comunicación directa de la torre de control con la unidad central de gestión de Eurocontrol, las operaciones con los vuelos regulados son más ágiles.

También los tiempos de los transportes en tierra han mejorado en torno a un 8 por ciento con respecto a los tiempos medios que calculó el grupo de trabajo Taxi Time Variable, usando los datos históricos de 2009 a 2011, lo que supone una mejora de más de dos minutos, que traducida a litros de combustible puede alcanzar un ahorro anual estimado en torno a un millón de litros de queroseno.

Otra importante mejora está en la predicción de las operaciones, ya que este sistema introduce el Gestor de Arribadas AMAN y el Gestor de Despegues DMAN, que han permitido aumentar la exactitud y la anticipación al obtener una hora estimada de aterrizaje, y análogamente de despegue, lo que favorece la gestión de los medios materiales y humanos del aeropuerto y de los agentes handling.

Por otro lado, entre las ventajas cabe destacar también el aumento de la visibilidad sobre todos los procesos de rotación de la aeronave (asistencia en tierra, gestión de plataforma, control de autorizaciones y rodadura), lo que posibilita un mejor conocimiento y gestión de las demoras, además de facilitar el conocimiento operacional de lo que ocurre durante el proceso de rotación de la aeronave.

Para que esto sea posible los aeropuertos se comprometen a una mayor permeabilidad en las operativas de cada vuelo, y apuestan por la toma de decisiones conjunta poniendo en común la información de que dispone cada uno de ellos, con lo que se consigue mejorar sensiblemente la eficiencia de las operaciones aeroportuarias.

Al disponer, tanto las compañías aéreas como los agentes de *handling*, de los datos necesarios para desarrollar sus trabajos con una mayor antelación, el programa permite planificar mejor todas las operaciones y conocer la situación exacta de las aeronaves en cada momento, optimizando la capacidad y, si fuera necesario, aplicando regulaciones de espacio aéreo con esta información actualizada.

Así, por ejemplo, se obtienen importantes mejoras en el uso de los recursos materiales, como son la capacidad del espacio aéreo, de las pistas o de los estacionamientos; se reducen también las demoras, y se predicen de mejor forma las operaciones, con lo cual los tiempos de rodaje y espera en cabecera son más ajustados y contribuyen a la reducción del gasto de combustible. Esa reducción del coste de los movimientos en tierra contribuye asimismo a disminuir su impacto ambiental contaminando menos.

También desde el punto de vista humano supone una mejora considerable para los equipos de asistencia en tierra, los gestores aeroportuarios y las compañías aéreas, además de para los pasajeros, que se benefician igualmente del programa al mejorar la puntualidad, reducirse las conexiones previstas y disponer de mejor información y servicios durante los períodos de incidencias.

Acuerdo de colaboración

La implantación del sistema A-CDM ha sido posible tras la firma de un acuerdo de colaboración suscrito entre Aena, el aeropuerto madrileño e Iberia en julio de 2011, al que se han adherido posteriormente el Comité de Operadores Aeroportuarios, Air Europa y American Airlines y los principales agentes de *handling*, como Globalia y Swissport, que operan en el Adolfo Suárez.

El proceso A-CDM paso a paso

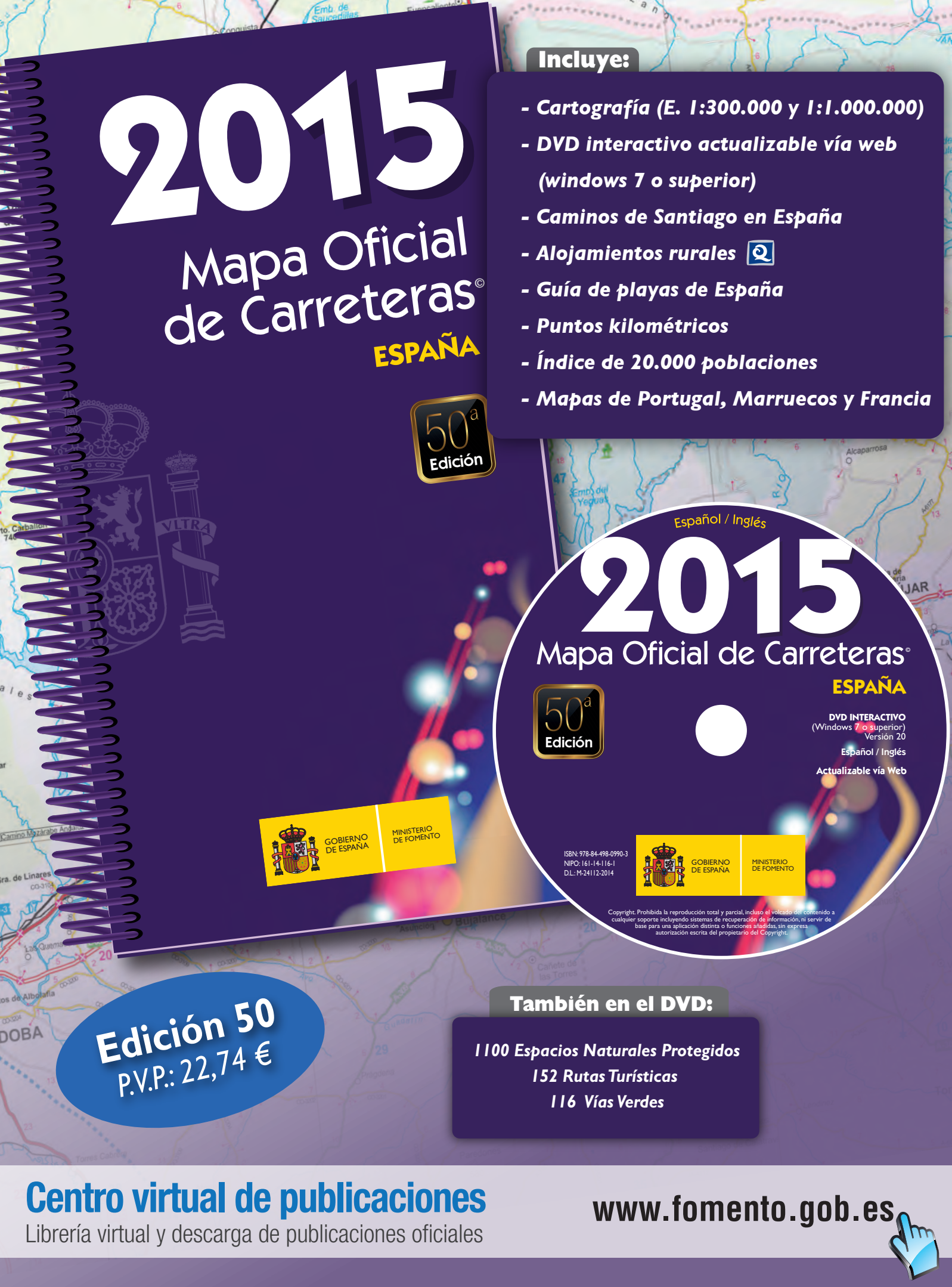
El proceso A-CDM está definido por lo que en el argot aeroportuario se denominan hitos o milestones*, y que en este caso se refiere a los datos compartidos entre los distintos agentes implicados en las operaciones, entre ellos:*

- *Activación del plan de vuelo de salida desde el aeropuerto de origen.*
- *Confirmación de la información disponible con antelación suficiente para que le sea útil a Eurocontrol a la hora de gestionar la Red ATM Europea, evitando pérdidas innecesarias de capacidad en caso de regulaciones.*
- *Despegue del avión del aeropuerto de origen.*
- *Entrada FIR (Flight Information Region).*
- *Entrada TMA (Terminal Manouvering Area).*
- *Aterrizaje (ALDT, o Actual Landing Time).*
- *Entrada al estacionamiento (AIBT o Actual in Block Time).*
- *Comienzo de actividades de asistencia en tierra.*
- *Confirmación de la Hora Objetivo de Fuera de Calzos (TOBT o Target Off Block Time) por parte de la compañía aérea, momento en el que se verifica la coherencia entre el plan de vuelo EOBT y la hora objetivo fuera de calzos TOBT.*
- *Asignación de una hora objetivo de puesta en marcha (TSAT o Target Start up Approval Time) por parte del Servicio de Control de Aeródromo, generándose la presecuencia de despegues.*
- *Comienzo del embarque.*
- *Listo.*
- *Petición de Puesta en Marcha (ASRT o Actual Start up Request Time).*
- *Autorización de Puesta en Marcha (ASAT o Actual Start up Approval Time).*
- *Salida del Estacionamiento (AOBT o Actual Off Block Time).*
- *Despegue (ATOS o Actual Take Off Time).*

Previamente a la implantación se han estado realizando pruebas operacionales consistentes en el envío de mensajes DPI (Departure Planing Information) desde su plantaforma CDM a Eurocontrol para que este organismo europeo pudiera conocer la situación operacional de cada vuelo en tiempo real a fin de optimizar la capacidad y, si fuera necesario, aplicar regulaciones de espacio aéreo con la información actualizada.

En una primera fase se ha trabajado exclusivamente con Iberia, aunque con el conocimiento del resto de compañías aéreas y agentes *handling*, para definir el procedimiento de trabajo y los requisitos funcionales para los sistemas técnicos de información y datos utilizados por cada una de las partes.

En una segunda fase se adaptaron los sistemas técnicos a los requisitos y procedimientos de trabajo establecidos, así como la inclusión del resto de compañías aéreas y agentes *handling* en el proyecto.


2015
Mapa Oficial de Carreteras©
ESPAÑA
50ª Edición
GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO
Incluye:
- Cartografía (E. 1:300.000 y 1:1.000.000)
- DVD interactivo actualizable vía web (windows 7 o superior)
- Caminos de Santiago en España
- Alojamientos rurales
- Guía de playas de España
- Puntos kilométricos
- Índice de 20.000 poblaciones
- Mapas de Portugal, Marruecos y Francia
Español / Inglés
2015
Mapa Oficial de Carreteras©
ESPAÑA
50ª Edición
DVD INTERACTIVO
(Windows 7 o superior)
Versión 20
Español / Inglés
Actualizable vía Web
ISBN: 978-84-498-0990-3
NIPO: 161-14-116-1
D.L.: M-24112-2014
GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO
Copyright. Prohibida la reproducción total y parcial, incluso el volcado del contenido a cualquier soporte incluyendo sistemas de recuperación de información, ni servir de base para una aplicación distinta o funciones añadidas, sin expresa autorización escrita del propietario del Copyright.
También en el DVD:
1100 Espacios Naturales Protegidos
152 Rutas Turísticas
116 Vías Verdes
Edición 50
P.V.P.: 22,74 €
Centro virtual de publicaciones
Librería virtual y descarga de publicaciones oficiales
www.fomento.gob.es

Testigos ancestrales

Texto y Fotos: Luis Solera

El Llobregat y su cuenca han sido desde tiempos inmemoriales un gran eje vertebrador de las comunicaciones en Cataluña. Y los puentes, mucho de ellos de noble linaje romano y bellísima fábrica, son todavía hoy el ejemplar legado de un patrimonio historico que afianzó rutas y consolidó ciudades

En la página de la izquierda, arco honorífico del puente del Diablo, en Martorell. Arriba, el mismo puente aguas abajo (margen derecha).

De todos ellos, llama poderosamente la atención el pont del Diable (puente del Diablo), en Martorell, escondido entre incontables autovías, calzadas convencionales, vías férreas y algún que otro túnel. En tiempos fríos, las nieblas que genera el propio valle del río Llobregat y la polución atmosférica producida por decenas de miles de vehículos que circulan diariamente por su entorno –ya que son calzadas de alta densidad como la AP-7, A-2, N-II o la autonómica C-243– recrean una imagen irreal, parecida a una visión anómala que nos retrotrae a un medievo inexistente pero cierto. En la autovía A-2, y especialmente desde el punto de vista privilegiado que se tiene al viajar en un camión, sorprende ver en pie una discreta obra pontonera, esbelta, rojiza, de geometría quebrada, solemne, que corona un lecho acuoso, generalmente rojizo o amarronado de lodos y limos, que discurre plácidamente hacia oriente para descargar sus aguas en el Mediterráneo. Sí, es el famoso puente del Diablo de innumerables leyendas o historias transmitidas de generación en generación. Hoy, robando tiempo al tiempo –ya es decir–, las circunstancias deparan al fin la oportunidad de acercarnos a la obra milenaria para acariciar sus sillares y olisquear arcos y pilares.

Cierto es que hay que tomarse con paciencia la ruta de acceso, muy mal señalizada. Lo normal es que se llegue desde la misma A-2 (Autovía Madrid-Barcelona) con desvío al propio Martorell a través de la BV-1201 y tras un kilómetro, alcanzar el puente. Pero no, no hay indicaciones precisas para acceder al monumento, ni siquiera cruzando la población por su travesía principal. Una vez allí, sí existe un aparcamiento y una zona ajardinada en el entorno, así como paneles informativos de la obra.

El puente del Diablo sobre el río Llobregat es una obra de ingeniería romana construida bajo el imperio de Octavio Augusto unos años antes de iniciarse nuestra Era y que pertenecía a la Vía Augusta, camino de Barcino (Barcelona) o de Tarraco (Tarragona). Se construyó con piedra arenisca de tonos rojizos y amarillos de las canteras explotadas por los romanos en Sant Llorenç d Hortons y material calizo de tonos blancos y grisáceos provenientes de la cercana Castellbisbal. Se estima que tenía un tablero horizontal –dado que las actuales cabeceras están alineadas– y una longitud aproximada de 130 metros. Probablemente apoyaba sus estribos sobre piedra viva y disponía de una o dos pilas centrales sustentando tres o cuatro arcos de medio punto, con alturas sobre lecho de aguas de 20 metros aproximadamente y luces regulares de 25 a 30 metros.

En la entrada norte o margen izquierda aguas arriba, se situaba el arco honorífico, y en la medianía del tablero otra puerta de control o baluarte, todo ello muy parecido a lo que más adelante sería el prototipo o modelo del puente de Alcántara. Pero... ¿qué queda de aquella obra magna? Se entiende que algunas pilas se apoyaban en roca madre de filitas (esquistos y pizarras), pero los estudios geológicos recientes estiman un aluvión de limos y arenas con un espesor aproximado de

El pont del Diable de Martorell en fotos de los años 60.

10-12 metros que impiden acceder a las zapatas de las pilas o verificar si hay pilotes y emparrillado de madera en torno a las mismas conforme al estilo romano.

Actualmente resulta difícil promover una excavación para hacer las debidas comprobaciones. Bien es cierto que se han podido observar sillares trabados con grapas de plomo en cotas bajo lecho menor, propias de la técnica romana. Sí parecen de cantería original las partes bajas de los estribos y, sin duda, lo que queda del arco de entrada en cuanto a sillería, basas y zócalos con molduras y escocias, restos de pilastras acanaladas y, muy especialmente, el hormigón de ingeniería típicamente romana de cal viva proveniente de la citada cantera de piedra caliza, arenas y cascajo que mezclado con agua y cenizas producía una solidificación tan insuperable que aún se sostiene y es patente en los flancos del arco sin la protección de revestimientos. Por otra parte, los reaprovechamientos posteriores muestran sillares originales en paramentos y bóvedas, algunas con inscripciones de milicias que trabajaron en la obra o en alguna recomposición del puente, y que atienden a los nombres de Legio X Gemina, IV Macedonica o VI Victrix.

Sin embargo, la imagen funcional, geométrica, precisa y de "firmitas", que diría Vitrubio, es sustituida por otra medieval, fantasmagórica, quizás lúgubre, inconsistente y quebrada..., pero bellísima. Lo cierto es que alguna de las muchas riadas en el alto medievo lo tumbó y hubo que rehacerlo.

Hay constancia documental sobre el reinicio de sus obras hacia el año 1143 y de una reforma en el año 1283 en la que aparece un solo arco, para terminar en 1295, según proyecto de Bernat Sellés, con dos arcos ojivales desiguales, siendo el mayor de 21 metros de altura sobre lecho y aportando 43 metros de luz. Evidentemente, seguiría sufriendo desperfectos, derribos o sabotajes, como casi todos los puentes que se precien, pero no hay constancia de nuevas obras hasta 1768 en que el ingeniero militar Juan Martín Cermeño lo restaura manteniéndose fiel al estilo gótico.

Se reforma de nuevo en 1928 y 1933, hasta que es nuevamente destruido parcialmente a principios del año 1939 debido a la retirada del ejército republicano en nuestra guerra fratricida. Algún bruto con mucho mando decide volar el arco mayor por aquello de ganar tiempo, sin respetar un monumento insigne que ya era monumento nacional por entonces, según decreto de 1931. El puente quedó inválido durante unos años, aunque pronto se instalaron largos tableros de madera para que pudiera ser cruzado por carros y personas. Por fin, en 1963 se restauró académicamente, y así sigue hasta nuestros días.

El pont del Diable que hoy podemos admirar tiene un tablero a dos aguas o "de lomo de asno" con bajos pretiles de hormigón y sillería coronados o reforzados con barandillas de hierro oxidadas y muy poco vistosas; un imponente arco ojival central con doble boquilla, otro menor de las mismas características con un arquillo de aliviadero empotrado en su lado superior izquierdo (aguas abajo) y otro más pequeño y sencillo junto al arco honorífico, así como otro arco ciego en esa margen.

La fábrica es irregular en muchos lienzos de paramento, aunque se intenta mantener la alineación de hiladas; sillares de variado cubicaje y labra más o menos regular, colocadas algunas a hueso aunque en general prevalece la junta de argamasa que quita vistosidad al conjunto, especialmente en bóvedas, la central totalmente enlucida con mortero blanquecino. Debido al fuerte impacto ambiental, la piedra arenisca toma coloraciones pálidas con costras producidas por reacciones químicas a la polución, humedad y calcificación, además de las propias de líquenes y hongos. En el vértice central del tablero se reconstruyó la garita de control para el pontazgo con arco o bóveda de cañón perfecta, y en el extremo norte aún se mantiene el singular arco romano honorífico, que también marcaba el límite territorial entre la *civitas* de Barcino con Tarraco. Mantiene algún resto enlosado de lo que pudo ser la antigua calzada romano-medieval. Actualmente es un puente puramente peatonal, aunque con mucho tránsito, pues comunica dos barriadas de Martorell muy populosas.

El pont Vell de Manresa sobre el río Cardener, en la actualidad y en fotos de la Dirección General de Arquitectura anteriores a su reconstrucción de 1960.

El pont Vell

Muy cercano al puente de Martorell, ya metidos de lleno en la comarca del Bages, aparece otro puente importante conocido como pont Vell (puente Viejo) de Manresa, sobre el río Cardener, afluente del Llobregat, al que vierte aguas muy cerca. También existe una importante red de autovías y carreteras alrededor de él, aunque su acceso más directo es por la autonómica C-55 con último desvío por la C-1411z, carretera local que en el kilómetro 28 atraviesa el río por uno de los arcos del puente. Técnicamente, a mi juicio, es más perfecto que el puente de Martorell y aún mantiene el equilibrio y la robustez propia de un puente romano de época republicana. Ciertamente, los vestigios romanos quedan reducidos a los sillares de las basas y de algunas pilas, pues los asientos son sobre roca viva y no ha habido desplazamientos o corrimientos que hayan producido derribos. Por lo demás, es común la reutilización de sillares y dovelas en paramentos e intradós de algún arco en rehabilitaciones posteriores.

Los primeros testimonios datan de la reconstrucción bajomedieval del siglo XII, que muy probablemente se hizo con planos o alzados conocidos de la obra romana. Habrá pasado por diferentes vicisitudes y desperfectos en riadas y conflictos bélicos, con nuevas recomposiciones. La última destrucción conocida se produjo en nuestra Guerra Civil y, al igual que ocurrió con el de Martorell utilizando la táctica de "tierra quemada", el ejército republicano en retirada voló alguno de sus arcos a principios del año 1939, siendo reconstruido entre los años 1960 y 1962 por la Dirección General de Arquitectura del Ministerio de la Vivienda según proyecto de Pons Sorolla muy fiel al original románico del siglo XII.

Tiene un tablero alomado ancho de 3,60 metros de longitud, aunque los pretiles lo dejan reducido a 2,20 metros. La distancia de cabeceras al vértice central está desequilibrada, pues el lado izquierdo (aguas arriba) mide 71 metros, incluida la escalinata, y el derecho, 53 metros. Probablemente en origen se trataba de un puente equilibrado y simétrico, al estilo romano, pero al construirse la carretera local a Esparraguera se acortó un segmento, destruyendo un arco y dejando otro medio empotrado en la trinchera de refuerzo de la propia carretera, como aún se puede apreciar. Dispone de siete bellos arcos de medio punto y uno mediado; el central, imponente, se apoya en dos enormes pilas asentadas en roca, y los restantes van disminuyendo proporcionalmente en altura y luz hasta los extremos.

Tiene además dos airosos arquillos de aliviadero del más puro estilo romano, con perfectas boquillas y bóvedas de cañón escoltando el gran arco central; tres imponentes tajamares en cuña con hileras de piedras escalonadas aguas arriba, probablemente de factura romana aunque restaurados, y otro más reducido en cabecera a extramuros de la antigua ciudad fortificada. Aguas aba-

Puente de Monistrol de Montserrat sobre el río Llobregat.

jo han desaparecido los espolones, probablemente reutilizando sus sillares en otras zonas, quedando exclusivamente una amplia basa en forma de cuña al pie de una de las pilas centrales, y otro semienterrado en lodos. La regularidad y perfección de las hiladas es llamativa, ya sea en paramentos y tímpanos o en las roscas que forman las dovelas en boquillas, aunque más grosera en los intradós de los arcos menores. Es singular el reforzamiento del cauce con muros de piedra bien labrada aguas abajo, donde probablemente existiría –por medio de una obra hidráulica de esclusas– algún pequeño puerto para vadear el río y poder estibar mercancías cuando el puente estaba inoperativo, o para competir con los precios del pontazgo.

Puente de Monistrol de Montserrat

Circulando por la carretera autonómica C-55 y en su p.k. 14, en las faldas de las montañas de Montserrat, nos encontramos con Monistrol de Montserrat, vieja villa del Bages por la que discurre el río Llobregat. Tiene el puente antiguo más grande y hermoso de la cuenca de este río de cuya construcción haya constancia documental. Fue construido hacia el año 1317 bajo la administración del abad Bernat Escarrer, a la sazón prior del famoso monasterio de Montserrat, que tenía el dominio de campos y villas de esta zona.

Consta de un tablero horizontal y tres vanos con grandes arcos de medio punto bien proporcionados; de su origen medieval destaca el ingeniero Fernández Troyano (*Patrimonio histórico: Puentes*. CSIC, 1985), como el más genuino, el airoso arco de su margen derecha (aguas arriba), con 37 metros de luz, que se puede considerar uno de los más amplios construidos en piedra hasta la fecha.

Las boquillas de doble rosca son perfectas, destacando también sus potentes tajamares en cuña, con coronación escalonada, y, aguas abajo, espolones de forma pentagonal. Tanto las manguardias y estribos de cabeceras como las dos pilas centrales, se asientan sobre la roca viva del lecho del río, otorgando solidez y seguridad a la obra civil. Paramentos de sillares irregulares pero bien colocados, exceso de llagado muy visible, así como bóvedas consolidadas exageradamente con mortero reciente blanquecino, son algunas de sus características.

El puente está en uso y con circulación de vehículos pesados gracias al ensanche del tablero por medio de dos voladizos discretos sustentados por mensulones de hormigón, que conforman aceras de 1,50 metros de ancho cada una y una amplia calzada que permite circulación cruzada e intensa, camino al barrio de extramuros de la localidad y a la carretera BP-1121, que conecta varios pueblos de la comarca del Bages. Muy cerca, en el kilómetro 3, todavía se pueden contemplar los restos de otro puente medieval que cruzaba el río Llobregat, quedando como testigos cinco soberbios pilares de fábrica con sillares ligeramente almohadillados.

Puente de Navarcles

Continuando por la citada carretera BP-1121 se llega a Navarcles (también se puede ir por la autonómica C-16), donde se juntan los ríos Calders y Llobregat y donde se encuentra el puente más moderno de los visitados, construido según los viejos proyectos de los ilustrados de extender la caminería por toda la Península, proyectos que lentamente llevaron a cabo después Godoy y Carlos IV entre los años 1796 y 1804.

Puente de Navarcles sobre los ríos Calders y Llobregat.

Consta de un tablero ligeramente alomado de 122 metros de longitud y siete vanos de variado tamaño con 6 arcos de medio punto y uno rebajado, tal como empezaron a ponerse de moda en esa época. Este último tiene boquillas de doble hilada de dovelas y de gran luz, aunque mal construido pues está cediendo pese a la cuña adosada a su pilar izquierdo. Resultan curiosos los mechinales en algunas bóvedas, en forma de hornacinas abocinadas, ideadas así para poder extraer fácilmente y sin romperlo el vigamen de las cimbras. Presenta dos fuertes tajamares en cuña aguas arriba, a modo de contrafuertes pues llegan hasta el pretil, construidos con grandes sillares bien compuestos, con paramentos, tímpanos y bóvedas más irregulares. Actualmente su uso es peatonal, para bicicletas o ciclomotores. Se puede apreciar, además, el conjunto de ingenios hidráulicos con cuérnagos, para explotación de molinos aprovechando las fuertes corrientes, al confluir el Llobregat con su afluente el río Calders allí mismo. También se saboteó al retirarse el ejército republicano en la confrontación civil a principios del año 1939 y fue restaurado en 1946. Su ubicación está fuera del pueblo y no existen carteles indicativos ni en la carretera ni en el propio núcleo urbano, por lo que es necesario guiarse preguntando a alguien que lo conozca; lo cierto es que el acceso se puede realizar en vehículo, pues dispone de una pequeña campa junto al propio puente.

.\ Otros puentes

Más al norte de Monistrol de Montserrat, por la carretera C-55 y tomando después la C-1411a, llegamos al puente medieval de Castellbell i el Vilar, también sobre el río Llobregat, llamado pont Vell de Burés (por encontrarse camino del viejo asentamiento fabril llamado Colònia Burés, colonia construida por los hermanos Burés, industriales textiles). El puente se levantó en el siglo XV por mandato del señor del lugar, Bernat Sarroca. Actualmente dispone de tres arcos de medio punto y uno central apuntado, con 30 metros de luz, apoyados en soberbias pilas. Está protegido por amplios tajamares sobre los que se asienta un tablero alomado. Es un bello puente medieval, en el que no parece que se hayan producido drásticas transformaciones a lo largo de los siglos.

Existe otro puente en la misma localidad, más discreto y de fábrica, junto a la BP-1121, que cruza la riera del Palà antes de que desagüe en el Llobregat. Su finalidad era acceder a una de las colonias industriales de finales del siglo XIX. De él quedan dos arcos de medio punto con pilares sobre la roca viva del cauce, y otro vano separado con paramento de piedra irregular y sillarejo con un bello arco de ladrillo con cuatro roscas y bóveda del mismo material, trabajado primorosamente; largo tablero horizontal en desuso con acceso inhabilitado, ya que carece de un pretil, pero que antiguamente conectaba con la que ahora se conoce como carretera C-58 hacia Terrasa.

Otros puentes interesantes que se pueden admirar en el Bages son el pont de Vilomara, con acceso por la C-16, al norte de Castellbell i el Vilar; el de Pobla de Lillet, con acceso por la C-16 y después la B-402 hasta el pueblo; el puente de Bagà sobre el río Bastareny, cerca de su desembocadura en el Llobregat, en la comarca del Berguedà, y al que se llega por la carretera C-16; sin olvidar el curioso puente inacabado de Cardona sobre el río Cardener, afluente del Llobregat, al que se tiene acceso por la C-55 al norte de Manresa. ▮

Un recorrido por las colonias históricas madrileñas

Oasis urbanos

Entrada modernista a la colonia de la Prensa.

Texto y Fotos: Mariano Serrano

En las primeras décadas del siglo XX surgieron en lo que entonces era la periferia de las ciudades numerosos asentamientos de viviendas unifamiliares –llamados popularmente "hotelitos"–, que respondían al concepto de ciudad-jardín nacido en Inglaterra y extendido por gran parte de Europa. Son las colonias. En Madrid, calificadas como áreas de especial protección, aún perduran 45 de ellas, con más de 7.000 edificaciones.

Carteros, guardias urbanos y bomberos, taxistas, miembros de la Casa del Pueblo, empleados de banca, militares, ferroviarios, empleados municipales de limpieza, tranviarios, periodistas, escritores y artistas, funcionarios, ayudantes de ingeniería y arquitectura, maestros de obra, trabajadores de Unión Eléctrica o de la compañía Telefónica… Todos estos colectivos tan dispares, y algunos más –así como otros muchos particulares, pequeños industriales y profesionales liberales–, tuvieron algo en común durante el primer tercio del siglo XX: las colonias, esas miniciudades levantadas en el extrarradio de la ciudad creadas principalmente para dar una habitación digna, higiénica, luminosa y con todas las comodidades a todos aquellos, sobre todo trabajadores pero también clases medias, que hasta el umbral del siglo XX se habían hacinado, casi siempre viviendo de alquiler, en el estrecho marco de una ciudad que se había quedado pequeña. Aunque hubo colonias de muchos tipos, todas ellas pueden ponerse en relación con el concepto de ciudad-jardín, el cual, a su vez, surgió como un modelo urbanístico tendente a mejorar las condiciones de vida de los trabajadores de las grandes ciudades y otros núcleos fabriles como consecuencia de su desmesurado e incontrolado crecimiento producido por la revolución industrial. De ahí también que, por paradójico que hoy pueda parecernos –muchas de esas urbanizaciones son ahora zonas exclusivas donde se alcanzan los mayores precios de toda la ciudad–, la mayor parte de esas colonias madrileñas surgiera al amparo de una legislación social, la de casas baratas, que a principios del siglo XX pretendió paliar la precaria situación de la vivienda en Madrid, donde las casas eran muy caras o presentaban unas ínfimas condiciones de habitabilidad.

La ciudad-jardín, alternativa a la urbe

Las aglomeraciones industriales que, empezando por Inglaterra, afectaron a todas las grandes ciudades de Europa y cambiaron radicalmente el tejido urbano de estas. La inmigración del campo a la ciudad de trabajadores atraídos por las nuevas industrias dio lugar a una situación de carestía de la vivienda, a un aumento del volumen de edificación en el centro de la ciudad, con el consiguiente aumento de la densidad de población, y, por fin, a la creación de barrios obreros, muchas veces también en el mismo centro, pues en él se hallaban igualmente las industrias; barrios en los que las condiciones de vida eran verdaderamente terribles. En este contexto surgieron las primeras ideas para crear ciudades donde esas condiciones fueran mejores, ciudades colectivas que combinaran la industria, la agricultura y los servicios, de baja densidad poblacional y plenamente

▶ *Chalet de El Viso (a la izqda.) y colonia Benéfica Belén.*

autosuficientes. Algunas de estas ideas partieron de los propios industriales, como Robert Owen, un empresario textil que planeó, sin llegar a realizarse, una ciudad de este tipo. Hubo que esperar hasta 1903 para que Ebenezer Howard, siguiendo las ideas de otros urbanistas y críticos como Ruskin de integrar lo rural y lo urbano, creara la primera ciudad-jardín, Letchword, a 50 km al norte de Londres.

A mediados del XIX, Madrid tenía los mismos límites que dos siglos atrás, pero su población había pasado de 80.000 a casi 300.000 habitantes

Es cierto que la situación de Madrid no era la de Londres o la de los grandes centros industriales, y que durante gran parte del siglo XIX siguió siendo el "poblachón manchego" de los noventayochistas. Pero, aun con una industrialización parca y tardía, hasta la segunda mitad de esa centuria Madrid siguió constreñida por los mismos límites que tuviera dos siglos atrás, cuando Felipe IV derribó en 1625 las antiguas murallas y construyó la cerca que perduraría doscientos cincuenta años y que solo cayó en 1868, cuando se iniciaron las obras del ensanche. Y si bien Madrid no se expandió, su población sí que aumentó considerablemente, pues si en el primer tercio del siglo XVII tenía unos 80.000 habitantes, hacia mediados del XIX se acercaba a los 300.000. En realidad Madrid sí se había expandido… hacia arriba. Ya Larra, el crítico más ácido que haya tenido la sociedad madrileña, decía de los caseros y propietarios de inmuebles: "Aprovechemos terreno, ese es su principio; apiñemos gente en estas diligencias paradas, y vivan todos como de viaje". Esas diligencias paradas eran las nuevas casas, pequeñas, a precios desorbitados, "esas que surgen de la noche a la mañana, esas que tienen más balcones que ladrillos y más pisos que balcones", en las que la población, "se apiña y se aleja no por las puertas de la ciudad, sino por arriba". Naturalmente, las peores condiciones de habitación correspondían a las clases más menesterosas: artesanos, menestrales, perso-

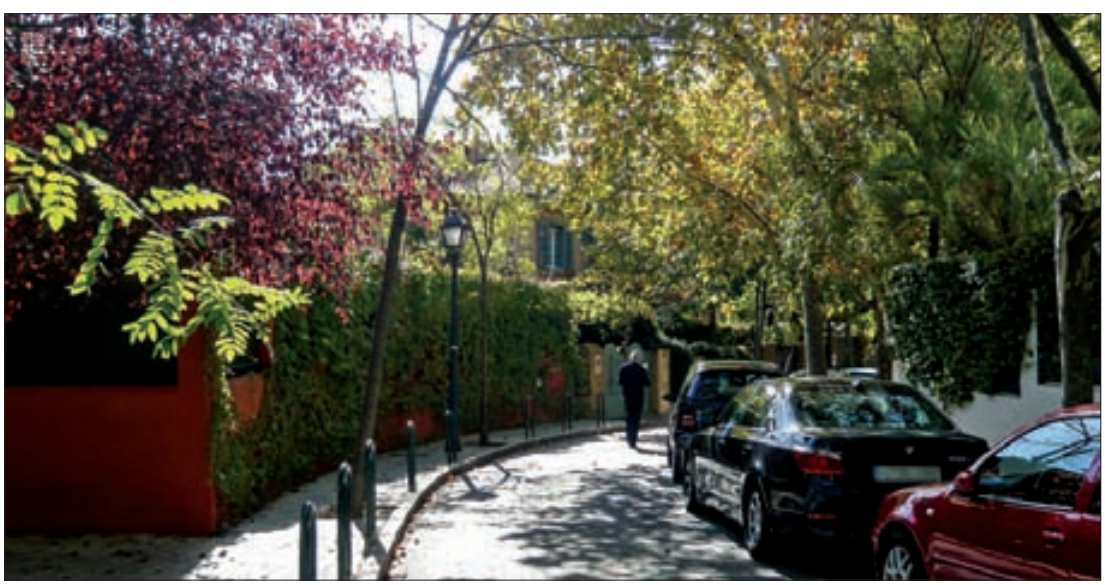
Ventajas… e inconvenientes

La apartada vida de las colonias también tenía sus inconvenientes. Aparte de la comunicación con el centro de la ciudad, preocupaba bastante la seguridad, según se desprende de esta noticia de La Voz *del 20 de enero de 1935: "Hace varios días hicimos la advertencia de que en el trozo de la prolongación de la calle de Serrano entre la calle de Joaquín Costa y las colonias del Viso e Iturbe menudeaban los atracos a anochecido, aprovechándose los maleantes de que por aquel descampado no había vigilancia alguna y de que necesariamente tienen que pasar por allí las muchas señoras que regresan del centro de Madrid de sus compras o las señoritas que vuelven de clase. Nuestra advertencia fue escuchada por las autoridades, y un servicio discreto de la Guardia Civil ha limpiado por ahora de atracadores aquel lugar. Pero toda aquella amplia zona, en la que se reúnen varias colonias con multitud de vecinos, está desprovista de vigilancia, y los malhechores están haciendo ahora víctimas de sus fechorías a los propios vecinos en sus propios hogares. Un hotelito fue abordado por un grupo de malhechores hacia las nueve de la noche, y advertida su presencia por los dueños de la casa, se logró su huida al hacer la señal de alarma que como mutua defensa tienen establecida aquellos convecinos. La Guardia Civil –que acudió inmediatamente– hizo un detenido reconocimiento en una enorme finca que colinda con la colonia, y que está deshabitada, y advirtió la presencia de unos cuantos hombres, sin que, a pesar de entablar un tiroteo, pudieran ser capturados. Este suceso, producido en forma muy audaz, merece que lo tengan presente las autoridades para establecer un buen servicio de vigilancia en todos aquellos parajes por donde los malhechores campan por sus respetos".*

nal de servicio, pequeños funcionarios o modestos empleados. Las condiciones de vida de todos ellos –en corralas dando a patios oscuros, habitaciones realquiladas, buhardillas, ínfimos chiscones o simples tabucos–, en contraste con la forma de vida de las clases burguesas, las conocemos muy bien gracias a la literatura de la época. En el ensanche, que fue desarrollándose a lo largo del último tercio del XIX, al igual que en el resto de la ciudad pronto prendió la llama del afán especulador, y si bien en un principio se había previsto una construcción más racional e incluso barrios obreros no muy distintos del resto, al final se produjo un aumento del volumen edificado muy superior al planeado. A todo ello hay que añadir el proceso de industrialización, que, aunque con considerable retraso, también acabó llegando a Madrid. La inmigración proveniente del campo fue continua y creciente a lo largo de todo el siglo XIX, y en 1900 la ciudad sobrepasaba el medio millón de habitantes. Por otra parte, la crisis económica dio pábulo a una mayor especulación sobre los terrenos disponibles, lo que unido a la tradicional carestía de habitación en el centro urbano convirtió el problema de la vivienda en uno de los más acuciantes de la capital.

.\ De la ciudad lineal a la colonia

Un intento pionero de dar solución a este problema, fundado en ese principio de "ruralizar la ciudad" que estaba detrás del movimiento internacional de la ciudad-jardín, fue la Ciudad Lineal de Arturo Soria, un ambicioso proyecto surgido en la década de 1880 que pretendía la construcción en las afueras de Madrid de 50 km a lo largo de un eje central de 40 m de anchura por donde discurriría el transporte público. Las casas, separadas por calles transversales, se levantarían en

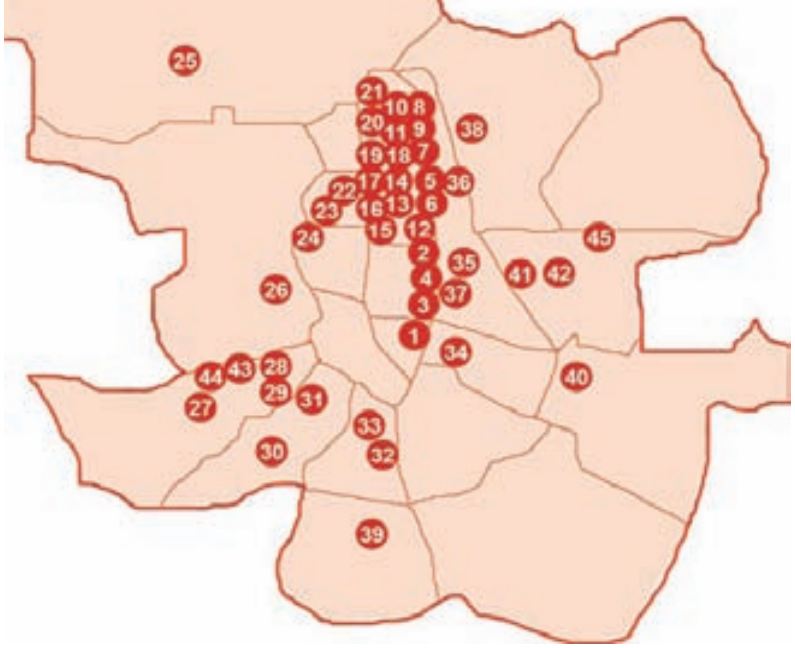


De arriba abajo, colonia del Manzanares, Ciudad Jardín y Cruz del Rayo.

parcelas rectangulares e independientes unas de otras, serían unifamiliares, con no más de tres alturas, con jardín y separadas de la vía central al menos 5 m. Además, serían de características similares, diferenciándose solo por la superficie del terreno y la superficie construida, que serían los únicos factores que influirían sobre el precio. Como decía el propio Soria: "Vivan juntos el palacio del poderoso, adornado de magníficos jardines, y la cabaña del pobre, provista de modesta corraliza y ensalzada con útiles plantas y perfumadas flores; pero no vivan superpuestos. Ni sótano, ni buhardilla, ni aglomeración de miserias que en las modernas construcciones benéficas se juntan y procrean nuevas miserias". Seguramente fue este ideal social, próximo al utopismo, el que provocó que el proyecto fuera calificado desde la Administración y los sectores sociales influyentes como irrealizable. Aun así, Soria creó una sociedad mercantil para construir y comercializar las casas y consiguió levantar 5 km de su Ciudad Lineal, que hoy permanecen como un original ejemplo de las preocupaciones sociales del urbanismo decimonónico.

Algunas colonias, levantadas al amparo de la legislación de casas baratas, están ahora, paradójicamente, entre las zonas más exclusivas de Madrid

Otro modelo sería el que acabaría imponiéndose, el de las colonias, conjuntos homogéneos de baja densidad de población ubicados en el extrarradio, casi siempre casas unifamiliares, independientes o adosadas, con jardín o patio, de una o dos alturas. En su creación, al igual que en otros intentos de solucionar el problema de la vivienda de las clases menos pudientes, fue fundamental un cierto cambio de mentalidad social, en el que influyeron planteamientos teóricos como los del krausismo y el regeneracionismo, así como el movimiento obrero; y, sobre todo, fue necesaria la plasmación de esta mentalidad en un conjunto de medidas y leyes tendentes a facilitar el acceso a la vivienda. En concreto, la construcción de colonias tuvo en España su principal acicate en la legislación de casas baratas. En la primera ley, de 1911 (y en su Reglamento de 1912), se establecían exenciones fiscales y subvenciones, se fijaban los precios máximos según tipologías y los ingresos máximos anuales de los beneficiarios (3.000 pesetas), se articulaban distintas formas de propiedad –desde la venta al contado con garantía hipotecaria hasta el alquiler con opción de compra en 20 años– y se reglamentaban toda una serie de prescripciones constructivas: número de casas, materiales de construcción, volumen edificable, jardines u otros espacios sin edifi-



Las 45 Colonias Históricas

1. Retiro (Retiro)
2. Los Carteros (Salamanca)
3. Fuente del Berro y Fomento-Iturbe (Salamanca)
4. Iturbe III-Madrid Moderno (Salamanca)
5. Ciudad Jardín-Alfonso XIII (Chamartín)
6. Socialista (Chamartín)
7. Unión Eléctrica Madrileña (Chamartín)
8. Jardín de la Rosa (Chamartín)
9. Primo de Rivera (Chamartín)
10. Fomento de la Propiedad (Chamartín)
11. Cruz del Rayo (Chamartín)
12. Prosperidad (Chamartín)
13. De la Prensa y Bellas Artes (Chamartín)
14. Iturbe IV. El Viso (Chamartín)
15. El Viso (Chamartín)
16. Parque Residencia (Chamartín)
17. Los Pinares (Chamartín)
18. Albéniz (Chamartín)
19. Los Cármenes (Chamartín)
20. Los Rosales (Chamartín)
21. Las Magnolias (Chamartín)
22. Jardín Norte y Benéfica (Tetuán)
23. Bellas Vistas (Tetuán)
24. Metropolitano (Chamberí)
25. Mingorrubio (Fuencarral-El Pardo)
26. Manzanares (Moncloa-Aravaca)
27. Militar Cuatro Vientos (Latina)
28. Ciudad Jardín Castañeda (Latina)
29. Lucero (Latina)
30. La Prensa (Carabanchel)
31. Tercio y Terol (Carabanchel)
32. San Fermín (Usera)
33. Bomberos (Usera)
34. El Hogar Ferroviario (Moratalaz)
35. San Vicente (Ciudad Lineal))
36. Santo Ángel (Ciudad Lineal))
37. Sambara (Ciudad Lineal)
38. El Bosque (Hortaleza)
39. Ntra. Sra. de la Paz (Villaverde)
40. Valderribas (Vicálvaro)
41. Benéfica Belén (San Blas)
42. Las Margaritas (San Blas)
43. Militar Arroyo Meaques (Latina)
44. Militar Campamento (Latina)
45. Ciudad Pegaso (San Blas)

Chalets adosados de la colonia Iturbe III.

▶ *Arriba, colonia del Tercio y Terol. Debajo, El Viso.*

car, baño, agua corriente, etc. Como la intención, además, era convertir estas agrupaciones en ciudades casi autosuficientes, se permitía la instalación de tiendas y otros negocios, talleres e incluso pequeñas industrias. En leyes posteriores se abarataron los intereses y se subió el baremo de ingresos, hasta las 5.000 pesetas, estableciéndose un precio máximo que no podía superar 6 veces esos ingresos. Ya durante la dictadura de Primo de Rivera, se ampliaron considerablemente las condiciones de acceso a estas casas, distinguiendo entre casas ultrabaratas, baratas y económicas, así como casas para militares, funcionarios, etc., y se facilitó la creación de cooperativas, en las que acabó descansando todo el sistema, no sin algunos fraudes tras los que se escondían intereses especulativos. La ampliación de los márgenes, así como cierta picaresca (propietarios de terrenos y especuladores que al amparo de las cooperativas

–en realidad, en algunos casos, auténticas sociedades mercantiles– se convirtieron en constructores directos) hizo que esta filosofía de casa económica para la clase trabajadora se relativizara bastante, llegando a existir colonias en que las casas, auténticos hoteles, podían superar las 30.000 pesetas, cantidad nada despreciable teniendo en cuenta que el salario anual de un obrero cualificado rondaba las 2.000 pesetas. Como decía Baroja en un artículo de 1940 en *La Nación* en el que daba cuenta de los palacios desaparecidos para construir en sus solares edificios más rentables: "La marquesa de ayer se acomoda hoy en modesto piso de vecindad o se codea con nosotros en el chalet sujeto a la ley de casas económicas". La paradoja no ha hecho sino afirmarse a lo largo de estos años, y hoy algunas de estas colonias, absorbidas por el centro urbano, están entre las zonas más exclusivas de Madrid, en las que un chalet puede alcanzar los 5 millones de euros.

Las colonias madrileñas

Aunque algunas de las colonias protegidas como históricas por el Ayuntamiento de Madrid fueron construidas después de la Guerra Civil –como la Ciudad Pegaso de los años 50–, la mayor parte se levantó al amparo de la legislación comentada entre 1912 y 1936. En esos años se registraron en Madrid capital más de 150 solicitudes de promotores para la construcción de grupos de viviendas acogidas a la legislación de casas baratas. Las cooperativas eran de todo tipo y sus miembros de cualquier extracción social, predominando las formadas por gremios de trabajadores –no necesariamente obreros– y de profesionales, pero también asociaciones benéficas o religiosas, cajas de ahorros, la Casa del Pueblo socialista o, directamente, sociedades constructoras. Un caso paradigmático fue el del empresario Gregorio Iturbe, promotor de cooperativas y constructor, que adquirió numerosos terrenos en Chamartín de la Rosa, la Guindalera, Ventas o Fuente del Berro, levantando varias de las colonias más conocidas, como Fomento, Iturbe III (en la Guindalera), Fuente del Berro, Cruz del Rayo, la Prensa y Bellas Artes, Parque Residencia o el Viso. En cuanto a las zonas, fueron los terrenos del extrarradio limítrofes al ensanche el lugar idóneo para la construcción de estas colonias –suelo barato, posibilidad de jardines y espacios verdes–, destacando las zonas de Chamartín, Hortaleza, Prosperidad, Guindalera, Moratalaz, carretera de Aragón, Tetuán, Metropolitano… Pero también se construyeron colonias al sur de Madrid, como en Carabanchel o Campamento. Los terrenos eran huertas o campos baldíos, muchos pertenecientes a pequeños propietarios, pero otros de industriales e, incluso, miembros de la nobleza.

El trazado de la mayor parte de las colonias respondía al modelo más simple, el ortogonal o hipodámico, tí-

Colonia Bellas Vistas (a la izqda.) y colonia Socialista.

pico de las nuevas ciudades y ensanches de las existentes, con calles que se cruzan formando ángulo recto. No obstante, también hay ejemplos de otros trazados, como el de la Cruz del Rayo o la de Manzanares, en que todas las calles confluyen en una plaza circular central. Por su parte, las casas y los hotelitos responden a una tipología muy variada, en función no solo del arquitecto sino sobre todo de la capacidad económica de sus destinatarios. Hay colonias en que todas las casas son adosadas, con un jardín dando a la calle o un patio trasero, pero también existen colonias con casas independientes rodeadas de jardín; las hay de una sola planta, pero también de dos o tres, así como de construcción muy básica y modesta hasta hoteles de semilujo, como los construidos en lo que entonces se denominaba los Altos del Hipódromo, entre la Castellana, Serrano y Joaquín Costa. Las superficies también se mueven en un amplio abanico, desde los 50 m^2 de casa y 20 m^2 de jardín de la colonia Socialista, hasta los más de 200 m^2 construidos en parcelas que superan los 500 m^2 de otras colonias. En cuanto a los estilos arquitectónicos, son igualmente muy variados. Aunque en muchas colonias predominó el estilo regionalista (andaluz, vasco, castellano, etc.), en otras lo fue el racionalismo. Un caso particular es el de la colonia de la Prensa de Carabanchel, donde tanto el pórtico de entrada como muchos de los hoteles originales –de los que quedan pocos– son de estilo modernista. Entre los arquitectos, la nómina completa sería demasiado extensa, pero cabría citar a Rafael Bergamín, Luis Blanco Soler, Fernando de Escondrillas, Enrique Pfitz y López, Manuel Ruiz Senén, Felipe Mario López Blanco, Enrique Martí y Perla, Luis Felipe Vivanco, Luis Larrainza Vignau, José Enrique Marrero Regalado, Jesús Carrasco, Casto Fernández-Shaw Iturralde, Eduardo Ferrés y Puig, Lorenzo Gallego y un largo etcétera.

Sería imposible hablar aquí de todas las colonias históricas que fueron levantadas al amparo de la legislación de casas baratas y que aún perduran calificadas como áreas de especial protección. Nos limitaremos a reseñar tres de ellas –la colonia de la Prensa, la Socialista y El Viso– por ser un buen ejemplo de las diferencias entre unas y otras colonias, no solo por su diseño y el estilo de las construcciones, sino sobre todo por los beneficiarios a las que iban destinadas. La colonia de la Prensa, considerada la primera de todas, se inició en 1913, en Carabanchel, promovida por la Asociación Benéfico-Cooperativa de Construcción de Viviendas Baratas Colonia de la Prensa y con proyecto inicial de Felipe Mario López Blanco. Se hicieron 42 viviendas en parcelas independientes con una superficie de entre 540 y 620 m^2 sobre un trazado típicamente ortogonal con una plaza central. Los hoteles, de los que en principio se proyectaron dos modelos, acabaron presentando tipologías muy variadas según el gusto de sus propietarios, pudiéndose ver estilos regionalistas, neomudéjares o modernistas, al igual que también es modernista la portada de acceso a la colonia.

> La colonia Socialista contaba con un edificio comunal que servía de escuela, lugar de reuniones, cine, teatro y otras actividades

Muy distinta fue la colonia Socialista de Casas Baratas de la Cooperativa Obrera del Pueblo de Madrid. Se construyó por iniciativa de Pablo Iglesias y de Jaime Vera con destino a los afiliados a la Casa del Pueblo. Las obras se iniciaron en 1918 y no terminaron hasta 10 años después, dado que se levantó en dos fases. El proyecto inicial, de 118 casas en hilera en varias calles perpendiculares, corrió a cargo del arquitecto Manuel Ruiz Senén. Los terrenos, situados a

Chalet de la colonia del Retiro.

espaldas de la actual calle Alfonso XIII, fueron adquiridos a la empresa Fomento de la Propiedad a un precio de 62 céntimos el metro cuadrado. Había viviendas de varios tipos, todas muy sencillas, de una y dos plantas, con 2 o 3 habitaciones, desde los 45 hasta los 60 m^2 construidos sobre pequeñas parcelas con patio o jardín. Los precios oscilaban entre las 12.000 y las 19.000 pesetas. La colonia no consistía únicamente en las casas, sino que la cooperativa contaba también con un edificio comunal que servía de escuela, lugar de reunión, cine y teatro y otras actividades. Además, creó su propia caja de previsión.

En cuanto a El Viso, fue levantada entre 1933 y 1936 en la zona de los Altos del Hipódromo, en Chamartín. Tuvo como promotor al mencionado Gregorio Iturbe, que creó entre otras esta Cooperativa de Casas Económicas El Viso. El propio Iturbe fue el constructor y el proyecto corrió a cargo de Rafael Bergamín. Sobre un trazado ortogonal se construyeron 240 viviendas, independientes o adosadas, de dos plantas más semisótano y terraza, aparte de garaje, cuartos de servicios, calderas, etc., jardín en la parte delantera y patio en la posterior. Aunque cada chalet recibió un tratamiento individualizado, predomina el estilo racionalista, de formas simples y rectas, con fachadas sencillamente enfoscadas y pintadas sin ornamentaciones. Algunos de los chalets construidos aquí están entre los mejores ejemplos del racionalismo madrileño. La colonia de El Viso, a pesar de acogerse a la legislación de casas baratas, estuvo destinada desde un primer momento a las clases medias, profesionales liberales, intelectuales, escritores, profesores universitarios… Entre sus moradores estuvo Ortega y Gasset.

El estado actual de las colonias históricas es desigual. Sin apenas protección hasta los años 80, integradas en pleno centro, muchas de ellas fueron perdiendo no solo su condición de colonia –algo inevitable al ser absorbidas por la ciudad–, sino gran parte de su fisonomía, al derribarse casas y construirse otras, incluso en altura, reformarse sin ningún criterio o alterarse el trazado de sus calles. En la actualidad sí se encuentran protegidas. Entre 2012 y 2014, el Ayuntamiento de Madrid ha llevado a cabo una inspección en estas colonias, a cuya consecuencia se han abierto 202 expedientes, 51 sancionadores, 14 órdenes de paralización de obras y 63 de demolición. En 690 fincas se detectaron deficiencias respecto al deber de conservación.

A pesar de ello y aun transcurridos tantos años, las colonias históricas siguen siendo un ejemplo de una de las ideas urbanísticas que con más constancia se han repetido e intentado a lo largo de la historia, además de una de las más utópicas: la ciudad-jardín, aquella que combinara las ventajas de la ciudad con las del campo. El lugar en el que se asentaron dejaron de ser campo hace tiempo, pero muchas de ellas siguen siendo un auténtico oasis en medio de la locura de la ciudad contemporánea.

Parque forestal de Valdebebas, de vertedero a espacio verde ecosostenible

Vivero de ecosistemas

Julia Sola Landero. Fotos: Ayuntamiento de Madrid

Será por su tamaño el segundo gran pulmón verde de la capital. Más de 310.000 árboles sobre una superficie de casi 500 hectáreas antes degradada, utilizada como vertedero. Su transformación, a punto de concluir, permitirá que en su recinto convivan los ecosistemas más representativos del interior peninsular.

Desde la ventanilla de un avión que vuele sobre Madrid, se puede distinguir fácilmente el nuevo parque forestal de Valdebebas, porque su diseño tiene la forma de un enorme árbol con las ramas extendidas que se sitúa junto a un área residencial, los recintos feriales de IFEMA y el aeropuerto. Tras la Casa de Campo, el gran pulmón verde del oeste madrileño, las casi 500 hectáreas de superficie de Valdebebas acogen 310.000 árboles y otros 315.000 arbustos y convertirán a este nuevo parque en la segunda gran zona verde de la capital por su costado más oriental.

La creación de este parque que abrirá sus puertas en los primeros meses de 2015, cuando concluyan los últimos trabajos de reforestación, es un notable ejercicio de transformación del paisaje y de recuperación del territorio, pues esta naturaleza recreada surge a partir de la transformación de un medio inhóspito, degradado: antiguas tierras de cultivo que con el paso del tiempo y la acuciante llegada de la urbe a las puertas del antiguo extrarradio, se habían convertido en eriales, vertederos y escombreras. Ahora, en su lugar crecen jóvenes ejemplares de encinas, pinos, olmos, enebros, arces, sauces o tejos, entre más de un centenar de especies arbóreas.

El proceso de conversión de vertederos en parques urbanos, una de las formas más radicales y productivas de cambiar el paisaje, siempre se desarrolla bajo modelos parecidos: el vertedero nace lejos de las ciudades, pero las ciudades crecen y al cabo de unos años, el vertedero, antes lejano, pasa a formar parte de la ciudad y se convierte en un vecino incómodo. Cuando esto ocurre, suelen estar, además, sobresaturados y obsoletos. También en el caso de vertederos de inertes se necesita un trabajo bien planificado para devolver la vida a ese territorio muerto y nocivo.

En el caso del parque de Valdebebas, el Ayuntamiento de Madrid obtuvo los terrenos mediante la cesión por parte de los propietarios del desarrollo urbanístico de Valdebebas –un nuevo barrio con 12.500 viviendas– y comenzó a trabajar desde 2006 en la ejecución del parque a partir de un singular diseño que busca representar los paisajes forestales naturales del interior de la península Ibérica. El objetivo es poner en la ciudad un auténtico bosque en el que ya se han adaptado, entre los jóvenes árboles que crecen a buen ritmo, conejos, liebres y perdices o patos. El parque se encuentra en

La zona denominada del Arboreto o bosque-isla.

una zona de gran riqueza ornitológica, que conecta las áreas del entorno del río Jarama con las zonas de encinar del monte de El Pardo y Soto de Viñuelas, y es zona de paso migratorio muy importante. Un hábitat que parece ajeno al hecho de que muy cerca discurra la autovía M-40 o despeguen cientos de aviones a menos de un kilómetro de distancia.

Siguiendo el esquema proyectado para la creación de los diferentes entornos naturales, en el área central –coincidiendo con la copa del árbol–, prosperan en el parque cinco ejemplos de otros tantos ecosistemas del centro peninsular: Sistema Ibérico, Montes de Toledo, Sistema Central, La Alcarria y La Mancha. Es la zona más extensa –más de 15 hectáreas– y la que articula el conjunto del parque. En ella se podrán contar 56.413 árboles de 112 especies y 122.624 arbustos.

.\ Invitación al extravío

El tronco de ese árbol imaginario está formado por una serie de terrazas, situadas en la base del mismo, seguidas del Arboreto y el Laberinto. Las Terrazas –o Bosque cultivado– ocupan la ladera que flanquea el río artificial y la vía pecuaria que surcan el sector oeste del parque. Las Terrazas se suceden con diferentes geometrías, tamaños y cubiertas vegetales transitables, y recrean distintos ambientes de zonas agrícolas de la España mediterránea. Sobre ella darán sombra 1.000 árboles de 24 especies y 9.817 arbustos.

A continuación de las Terrazas y ocupando un lugar central en el parque, se sitúa el Arboreto, también renombrado por sus diseñadores el Bosque isla. Se trata de un espacio distribuido en grandes plataformas planas ocupadas por cubiertas vegetales. Sobre éstas emergen, a modo de islas, pequeños relieves con rodales que contienen las especies forestales propias del centro de España y que se unen entre sí a través de pasarelas. La plantación aquí suma 256 árboles y 14.899 arbustos.

El Laberinto forestal –o Bosque perdido– remata el extremo del tronco del imaginario árbol. Se recrea aquí la espesura y diversidad del bosque y, para acentuar su ambiente intrincado y misterioso, se ha optado por crear un laberinto de más de 20.000 m^2 construido a base de plantaciones de vegetación autóctona e inspirado en los dédalos clásicos, con formas geométricas y círculos concéntricos. Una invitación al extravío y al paseo errático que culmina en un gran mirador de madera que emerge en su centro sobre las copas de los árboles. Rodeando el dédalo, circula un camino perimetral y otro de acce-

▶Arriba, vista de Valdebebas desde el río. Debajo, vista desde el laberinto forestal.

▶ *Vista aérea general del parque.*

so al mirador a modo de gran estructura elevada, que permite contemplar el laberinto desde arriba.

.\ Las áreas periféricas

Los espacios centrales del parque quedan confinados y protegidos por un conjunto de áreas periféricas. Son las zonas denominadas de Campo Abierto, espacios salpicados de matorrales, pastos y algún grupo de árboles aislados, pensados para desarrollar actividades deportivas o realizar grandes recorridos abiertos. También se ha proyectado una fachada urbana –el llamado Bosque de la ciudad–, que se sitúa junto a las áreas residenciales y que están pensadas para el paseo y esparcimiento de los vecinos. Aquí el protagonismo es de las zonas ajardinadas a base de plantas de flor.

Otras zonas periféricas de transición –Bosque exterior–, se interponen entre el paisaje de antiguos eriales y el nuevo parque forestal. En esa zona se restauran los arroyos y campiñas colindantes con el bosque y sirven de área de entrada hacia el bosque recreado. Los árboles, aquí, suman 245.436 ejemplares de nueve especies distintas, mientras que hay plantados otros 36.700 matorrales.

.\ Agua

El parque, que nace con vocación ecosostenible, se podrá recorrer a través de un carril bici de 5 kilómetros de longitud. Para gestionar el consumo hídrico, está conectado a la red de agua regenerada de Madrid y cuenta con tres embalses de 88.000 metros cúbicos de agua regenerada que darán servicio al sistema de riego y al circuito de agua. Cuatro bombas regulan el agua que se distribuye por una red de tuberías subterráneas de 150 kilómetros que recorren el parque.

Vista parcial del parque.

Además de la restauración del arroyo de Valdebebas, situado en la zona Norte, un río artificial recorre el parque forestal llevando consigo agua impulsada a través de un sistema de bombeo, desde un manantial, formado por una balsa artificial de 1.182 m^2 y 1.200 m^3 de capacidad, que abastece de agua al río, que ocupa 2.450 m^2, y la descarga en una laguna, otra balsa artificial de cerca de 1.000 m^2 y 1.400 m^3 de capacidad. Una tubería de aspiración de bombeo mantiene en circulación este sistema fluvial.

El Río o Bosque fluvial se extiende a lo largo de la vaguada central que discurre en dirección sur-norte. El agua y los ecosistemas asociados cobran aquí total protagonismo, porque esta zona recrea las zonas húmedas y los bosques ribereños. Junto al río se ha recuperado y acondicionado una vía pecuaria que atraviesa, sensiblemente paralela al río, el ámbito de norte a sur y actuará en buena parte de su recorrido como línea divisoria entre el área puramente forestal y el parque urbano.

Para mantener el bosque vivo, el parque alberga también una planta de compostaje y vivero –el Bosque origen–, un espacio dedicado a la plantación y conservación de ejemplares vegetales para el autoabastecimiento del parque y la reutilización de la biomasa generada en el mismo. En esta misma zona se ubicará un centro de acogida e información para los visitantes.

Recuperar la naturaleza

La conversión de vertederos y escombreras en parques urbanos es una de las formas más productivas, y también más complejas, de cambiar el paisaje degradado. En España hay muchos ejemplos de esta reconversión, como los procesos realizados o en ejecución en los antiguos vertederos de Rivas (Madrid), Garraf (Barcelona), Víznar (Granada), el parque de Bens (A Coruña) o el Palmetum (Santa Cruz de Tenerife).

El parque forestal de Rivas, de 110 hectáreas –extensión similar a la del Retiro– se creó, tras cinco años de trabajo y 26 millones de euros invertidos, con plantaciones de especies autóctonas, sobre el inmenso vertedero de Valdemingómez. En 1999, después de 20 años de funcionamiento y convertido ya en un vecino incómodo, el vertedero fue clausurado tras su total colmatación y la montaña de basuras fue sellada. El Ayuntamiento de Madrid convirtió el gas metano generado por la descomposición de los desperdicios en electricidad, lo que hizo posible obtener 140 millones de kilovatios/hora, es decir, casi el 75% del consumo anual de alumbrado público municipal.

Al vertedero de Garraf llegaban cada día, desde 1973, todos los residuos de Barcelona y alrededores, llegando a acumular más de 20 millones de toneladas de basura. Situado en el parque natural de Garraf, en un enclave calcáreo azotado por el sol y el viento, desde 2006, año de su clausura, el proceso de su reconversión ha conseguido recuperar más de 20 hectáreas del antiguo vertedero con la ejecución de un ambicioso proyecto que conllevó la creación de terrazas con especies autóctonas resistentes que replican el paisaje agroforestal del entorno, con sistemas de drenaje que conducen el agua de lluvia hacia los depósitos de reserva para el riego, y un sendero que conecta con el parque natural. Quedan pendientes de recuperar cerca de 30 hectáreas más.

El parque de Bens, abierto en 2001, se construyó sobre el antiguo vertedero de A Coruña –el más grande de Galicia–, que se desplomó en 1996, con sus 200.000 toneladas de desperdicios, por la falda del monte. Tras el desastre, el vertedero ha dado paso a un parque con una extensión de 605.000 m² de los cuales se han reconvertido

Zonas conocidas como las Terrazas y el Laberinto.

302.000 m² en zonas verdes, senderos y lagunas. El biogás resultante del sellado se aprovechó para la producción de energía en una planta de cogeneración.

El Palmetum, en Santa Cruz de Tenerife, es un jardín botánico de 12 hectáreas de superficie; un proyecto único en el mundo, pues el antiguo vertedero de basuras que ocupaba la montaña de El Lazareto, se ha transformado en un espacio para el ocio y la cultura botánica que acoge la mejor colección de palmeras de Europa. Rodeado por el mar, este es el mayor espacio verde situado en el centro urbano de la ciudad de la capital canaria.

El Ayuntamiento de Víznar (Granada) también inició en 2010 la recuperación del antiguo vertedero de la zona. Para regenerar el área donde se amontonaron las basuras durante 30 años, se plantaron lentiscos, pinos, olivos, encinas y otras especies típicas del bosque mediterráneo sobre las 55 hectáreas que forman los terrenos del viejo vertedero sellado hace casi dos décadas. La planta de desgasificación y aprovechamiento energético construida a partir del sellado del vertedero, permite extraer en torno a 3,8 millones de kilovatios/hora anuales.

Fuera de España es reseñable el ejemplo del Parque Natural Thurrock Thameside en Inglaterra. Sus casi 50 hectáreas, ocupadas anteriormente por un enorme vertedero donde durante cinco décadas llegaron las basuras provenientes de varios municipios de Londres, dan paso ahora a praderas, árboles y lagunas.

También el mayor vertedero de Estados Unidos y uno de los más grandes del mundo está en fase de reconversión. Abierto en 1947, los terrenos del vertedero de Fresch Hill ocupan nueve kilómetros cuadrados en Staten Island. El vertedero se cerró en 2001 para transformarse en una reserva natural y en el segundo pulmón vegetal de la ciudad tras Pelham Bay Park, que cuenta con once kilómetros cuadrados. Se considera esta operación como la más importante en cuanto al incremento del sistema de parques neoyorquinos desde el siglo XIX, cuyo proceso de ejecución se ha calculado en unos 30 años.

Parque junto al parque

Las obras del parque están ya muy cerca de su terminación. Actualmente se trabaja en la adecuación de los caminos y el carril bici, en la creación de la zona estancial en la entrada suroeste y en el ajardinamiento de la rotonda de entrada al parque por la zona del barrio de Las Cárcavas. Por otra parte, existe en desarrollo otro proyecto que se sumará al parque forestal. Es el llamado Parque Sol y Sombra, una zona que suma 80 hectáreas de superficie situadas entre el barrio de Valdebebas y el parque forestal, una zona que deberá resolver las conexiones y la transición entre el área urbana más habitada y el parque forestal, y que contará con nuevas áreas lúdicas, estanciales, deportivas y dotacionales. Para la creación de este nuevo parque junto al parque, el Ayuntamiento de Madrid y la Junta de Compensación de Valdebebas, en colaboración con el Colegio de Arquitectos de Madrid y la Asociación Española de Paisajistas, convocaron en 2009 un concurso internacional de ideas. El proyecto ganador fue la propuesta “Sol y Sombra“, del equipo hispano-luso formado por los arquitectos Ferreira Nunes, Infantes y Figueras. Ya redactado y a la espera de ejecución, el proyecto recoge un amplio programa de itinerarios y espacios para el encuentro y el desarrollo de actividades.

▶ *Vista general de la exposición.*

160 aniversario de la telegrafía eléctrica en España

Mensajes a la velocidad de la luz

R.F.

Un 8 de noviembre de 1854 se transmitió por primera vez en nuestro país un mensaje telegráfico. Aquel acontecimiento cambió, en el curso de unas pocas décadas, no sólo el modo de transmitir comunicaciones y noticias, sino también la sociedad. Una exposición en la Sala de las Arquerías del Ministerio de Fomento, con equipos y fondos de la época, procedentes del Museo Postal y Telegráfico, conmemora el acontecimiento y acerca al visitante a esos 160 años de historia.

Aún en las primeras décadas del siglo XIX todo lo rápido que podían viajar las noticias en España era a razón de tres leguas (unos 16,5 km) a la hora. Pero este era un privilegio solo al alcance exclusivo de los reyes y sus correos a caballo por la posta, capaces de alcanzar ciudades como Sevilla y Cádiz, o Irún y Barcelona, en apenas 4 o 5 jornadas gracias a los relevos con animales de refresco cada 15 o 20 kilómetros. Y aunque ya hacia 1830 había unos servicios regulares de diligencias con reparto de correo a través de una incipiente red de estafetas en las principales capitales de provincia, el uso de las comunicaciones postales era aún algo excepcional y restringido a las clases más pudientes y adineradas.

▶ *Celadores de telégrafos trabajando hacia 1965, y aparato telegráfico Hughes de 1875, conservado en el Museo Postal y Telegráfico.*

Frente a todo ello, como ya venía desarrollándose en Francia desde la revolución de 1789, también en España se habían puesto en marcha diversos proyectos para establecer una red de telegrafía óptica, pero las condiciones climáticas, con nieblas que podían ser persistentes de otoño a primavera, hacían muy irregulares la prestación y fiabililidad del servicio.

Sin embargo, en el curso de muy pocos años, dos inventos extraordinarios, el ferrocarril y el telégrafo, van a cambiar por completo el curso de los acontecimientos haciendo posible la disponibilidad de comunicaciones cada vez más rápidas, seguras y económicas, accesibles a capas cada vez más amplias de la población.

.\ Primeros tendidos

En España, como en otros países de Europa, telégrafo y ferrocarril comienzan a caminar prácticamente de la mano. Hacia 1840, Inglaterra había dado los primeros pasos con tendidos telegráficos en paralelo a las principales líneas de ferrocarril. Los primeros aparatos utilizados en la emisión y recepción de mensajes fueron los patentados por Wheatstone y Cooke, los mismos que se utilizarían también en la primera línea telegráfica en España.

La primera línea telegráfica tendida en nuestro país se levantó entre Madrid e Irún vía Zaragoza, a la vista del éxito ya obtenido en Inglaterra, aunque aún con carácter experimental. El 8 de noviembre de 1854 se envió a través de ella el primer mensaje, el discurso de la reina Isabel II inaugurando las Cortes Constituyentes del llamado bienio progresista. De inmediato el Ministerio de Fomento encargó un informe a la Real Academia de las Ciencias sobre las conveniencias de extender el uso del telégrafo en el país. Y poco antes de que concluyera ese mismo año, el 29 de diciembre, con el pronunciamiento favorable de los expertos, el Gobierno remitía a las Cortes un proyecto de ley para la construcción de una red telegráfica que conectara Madrid con las capitales de provincia, Francia, Portugal y los dominios marítimos. El 22 de abril de 1855 se aprobó finalmente la ley, y prácticamente en apenas cinco años se había finalizado ya una primera red básica y firmado acuerdos con algunas naciones europeas para interconectar las redes. Incluso las islas Baleares quedaron conectadas entre sí y con la península, de modo que en 1863 había ya unos 10.000 km de red y unas 194 estaciones. La conexión con las islas Canarias, que se consideraba como puente para las futuras conexiones transatlánticas, se demoró sin embargo varias décadas más.

La exposición muestra aquellos primitivos aparatos que hicieron posible las primeras comunicaciones a distancia a la velocidad de la luz

Como el desarrollo de las líneas férreas era aún muy incipiente, se optó finalmente por llevar los tendidos telegráficos junto a carreteras y caminos. La rápida adopción por la mayoría de naciones del sistema y aparatos patentados por Samuel Morse en Estados Unidos en 1845 hizo que también se implantara en España coincidiendo con las primeras conexiones de la red. En la exposición se pueden contemplar algunos de esos primeros aparatos caracterizados por tres elementos esenciales: el manipulador o emisor, una simple palanca que conmuta la línea a la pila o a un electroimán, junto a los dos tipos de receptores, los acústicos, en los que el electroimán vibra y permite descodificar los tonos largos y cortos de las señales morse, y los de impresión, que incorporan un mecanismo más complejo con conexión a un dispositivo de relojería y a un sistema de impresión por perforación de los puntos y rayas sobre cinta de papel.

.\ Cuerpo especializado

Como se puede apreciar en la exposición, la complejidad técnica de las instalaciones y del lenguaje telegráfico exigió la pronta creación de un cuerpo profesional especializado. El Cuerpo de Telégrafos se crea en 1856, nutriéndose en buena parte con personal que había trabajado a las órdenes de José María Mathé, bajo cuya dirección se había emprendido la construcción de las primeras líneas de telegrafía óptica y al que también se le encomiendan los trabajos de supervisión de la primera red telegráfica. El primer Reglamento del Cuerpo establecía tres grandes categorías profesionales: personal superior facultativo, encargado de las tareas directivas y asimilados a ingenieros y oficiales militares y civiles; personal facultativo de operadores telegrafistas, y personal subalterno no facultativo. Hacia 1860, el cuerpo constaba ya de unos 150 facultativos superiores y unos 800 facultativos subalternos, entre los que se agrupaban los jefes de estación, oficiales de sección y escribientes. Para el ingreso como facultativo superior se exigía una gran formación técnica, con conocimientos de física, química y matemáticas, además del conocimiento de dos idiomas extranjeros, geografía y administración del Estado.

El desempeño del trabajo, al servicio de notificaciones urgentes, exigía además una disponibilidad absoluta las 24 horas del día. Los profesionales, en contacto casi cotidiano con las clases dirigentes, cobraron un rápido prestigio social. A medida que las instalaciones telegráficas fueron dotándose con nuevos avances la formación fue haciéndose también cada vez más especializada y exigente.

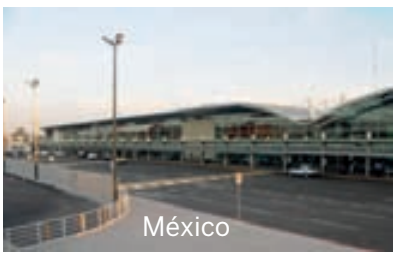
Esos rigores laborales chocaron en ocasiones con las proverbiales estrecheces económicas de la Administración española o la arrogancia de algún gobernante de turno. El cuerpo de telégrafos protagonizó en 1892 la primera huelga de funcionarios en la Administración española, tras el intento de Francisco Silvela de fusionarlo con el de Correos y un decreto negando las licencias temporales. La paralización de la Bolsa y de la propia Aministración obligaron al Gobierno de Cánovas a dar marcha atrás en la apllicación de las medidas. Y en 1918, en plena crisis inflacionista y con una acusada pérdida de poder adquisitivo, sería protagonista también de otra sonada huelga que desembocaría en una eventual militarización primero y en la posterior caída del gobierno de García Prieto. Solo dos años después, y a instancias del propio cuerpo de telegrafistas, el Estado crearía la carrera superior de ingeniero de Telecomunicaciones. Por entonces, la extensión de la telefonía ya es una plena realidad y altavoces y auriculares han comenzado a desplazar a los viejos codificadores morse. ▮

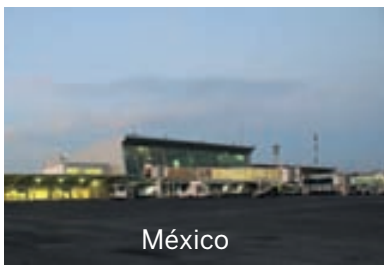
Prodigios de su tiempo

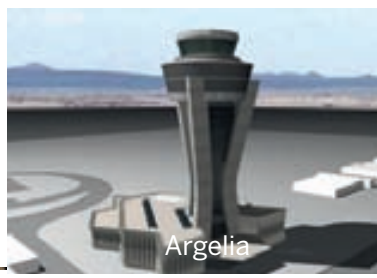
La exposición permite conocer de cerca cómo eran algunos de aquellos primitivos aparatos que hicieron posible las primeras comunicaciones a distancia a la velocidad de la luz, y también el gran dominio y destreza que exigían a los operarios que hacían posible su funcionamiento. Entre ellos destaca singularmente el telégrafo patentado en 1855 por el londinense David E. Hughes. Concebido para facilitar la recepción de mensajes en caracteres alfanuméricos, el telégrafo de Hughes disponía de un teclado similar al de los pianos, con 28 teclas blancas y negras de las que dos permitían el cambio de letras a números o viceversa.Podía imprimir hasta 56 caracteres: letras, cifras y signos, y estaba basado en la sincronización entre el transmisor y el receptor lejano, de modo que cuando se pulsa una de las teclas correspondiente a un carácter este se imprime en la cinta de papel del receptor. La sincronización se obtiene ajustando la velocidad de rotación de ambos equipos, tras una puesta en fase resultado de repetir una letra previamente convenida. El sistema tenía un complejo mecanismo de relojería accionado por pesas que el operador debía izar regularmente para mantenerlo en funcionamiento. No obstasnte esta dificultad, un buen telegrafista podía emitir hasta 120 caracteres al minuto. Con el tiempo, las pesas fueron sustituidas por motores eléctricos y el telégrafo de Hughes, que se introdujo por primera vez en España en 1875, se mantuvo aún en algunas estaciones hasta 1950.

▶ *Uniformes de Telégrafos del siglo XIX.*

www.sener.es







SENER, ingeniería integral aeroportuaria en el mundo

En aeropuertos y navegación aérea, SENER es reconocida internacionalmente por aportar soluciones integrales y abordar trabajos de ingeniería tecnológicamente complejos.

SENER ha realizado con éxito más de 100 proyectos aeroportuarios en los que ha desarrollado consultoría y planificación de aeropuertos, modelización y simulación de sistemas aeroportuarios, campos de vuelo, terminales de pasajeros, hangares, urbanización y accesos aeroportuarios, diseño de sistemas e instalaciones aeroportuarias, instalaciones eléctricas, señalización y balizamiento, centros de navegación aérea, instalaciones y sistemas de navegación aérea, así como proyectos especiales.

Infraestructuras y Transporte

SENER

La manera de ver el futuro

ARGELIA • ARGENTINA • BRASIL • CHINA • CHILE • COLOMBIA • COREA DEL SUR • E.A.U. • ESPAÑA • ESTADOS UNIDOS • INDIA • JAPÓN • MÉXICO • POLONIA • PORTUGAL • REINO UNIDO

UN EQUIPO DE ÉXITOS,
UN EQUIPO QUE SUMA RECORDS

ferrovial agroman

ferrovial aeropuertos

EN LA TERMINAL T2A
DEL AEROPUERTO DE HEATHROW

NOS HEMOS SUPERADO

+ DE 5,5 MILLONES DE HORAS CONSECUTIVAS SIN ACCIDENTES: RÉCORD NACIONAL DE LA CONSTRUCCIÓN EN UK
+ UN EQUIPO DE MÁS DE 5.000 PERSONAS
+ 5 GALARDONES EN LOS HEATHROW SAFETY AWARDS 2012
+ 3 PREMIOS NACIONALES DE SEGURIDAD Y SALUD 2013
  - CONSTRUCTING EXCELLENCE
  - ROSPA
  - CONSIDERATE CONSTRUCTORS
+ PREMIO INTERNACIONAL GREEN APPLE A LAS MEJORES PRÁCTICAS MEDIOAMBIENTALES 2013
+ 4,26/5 ES EL RESULTADO DE LA ENCUESTA DE SATISFACCIÓN ASQ DE LOS PASAJEROS EN SUS PRIMEROS 6 MESES DE ACTIVIDAD
+ CAPACIDAD POTENCIAL PARA 20 MILLONES DE PASAJEROS
+ OPERA DIARIAMENTE 350 VUELOS A 54 DESTINOS MUNDIALES A TRAVÉS DE 26 LÍNEAS
+ LAS EMISIONES DE CO2 DE LA NUEVA T2 SON UN 40% MÁS BAJAS QUE LAS DE LA ANTIGUA TERMINAL
+ INVERSIÓN TOTAL DE 2.500 MILLONES DE LIBRAS

Centro virtual de publicaciones del Ministerio de Fomento:
www.fomento.gob.es

Catálogo de publicaciones de la Administración General del Estado:
http://publicacionesoficiales.boe.es

Título de la obra: **Revista del Ministerio de Fomento nº 646, enero 2015**
Autor: Secretaría General Técnica; Centro de Publicaciones, Ministerio de Fomento
Año de edición: febrero 2015

Edición digital:
1ª edición electrónica: febrero 2015
Formato: Pdf
Tamaño: 11,70 MB

NIPO: 161-15-006-6
I.S.S.N.: 1577-4929

P.V.P. (IVA incluido): 1,50 €

Edita:
Centro de Publicaciones
Secretaría General Técnica
Ministerio de Fomento©

Aviso Legal: Todos los derechos reservados.Esta publicación no podrá ser reproducida ni en todo, ni en parte, ni transmitida por sistema de recuperación de información en ninguna forma ni en ningún medio, sea mecánico, fotoquímico, electrónico o cualquier otro.

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO
SECRETARIA GENERAL TECNICA
CENTRO DE PUBLICACIONES

Revista del Ministerio de

Fomento

Febrero 2015 Nº 647 3 €

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

La autovía del Cantábrico completa su recorrido en Asturias

En servicio el tramo Sils-Caldes de Malavella de la A-2

Creada la Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria

Abierto al tráfico el tramo Polopos-Albuñol de la A-7

Navarro Baldeweg, Premio Nacional de Arquitectura

Una línea de alta velocidad

o trabajar en otra ciudad.

En **FCC construcción** trabajamos para personas como **Javier**.
En nuestros más de 110 años de historia, contamos con una gran experiencia en obra ferroviaria (ferrocarril convencional, alta velocidad, metro y tranvía, además de mantenimiento y renovación de vía existente y la construcción de nuevas estaciones, como terminales en las grandes ciudades).
El área de infraestructuras del Grupo FCC ha construido más de 700 kilómetros de AVE.
En la actualidad, construimos el tramo Embalse de Alcántara-Garrovillas en la línea de alta velocidad Madrid-Extremadura-frontera Portuguesa.
Como estructura singular, destaca el viaducto de Almonte, con un arco de hormigón de 384 m de luz. Cuando esté finalizado será récord mundial en su tipología y el tercer arco de hormigón mayor del mundo si se incluyen también los puentes carreteros.

www.fcc.es

FCC Construcción

Contenido

Director de la Revista: Antonio Recuero.

Jefe de Redacción: Mariano Serrano.
Maquetación: Aurelio García.
Secretaria de redacción: Ana Herráiz.
Archivo fotográfico: Vera Nosti.
Portada: DCE Cataluña
Elaboración página web: www.fomento.gob.es/publicaciones. Concepción Tejedor.
Suscripciones: 91 597 72 61 (Esmeralda Rojo Mateos)
Colaboran en este número: Jaime Arruz, Pepa Martín, Begoña Olabarrieta, Javier R. Ventosa y Julia Sola.
Comité de redacción: Presidencia: Mario Garcés Sanagustín *(Subsecretario de Fomento).*
Vicepresidencia: Eugenio López Álvarez *(Secretario General Técnico).*
Vocales:, *Luis Izquierdo Labella (Director de Comunicación),* Pilar Garrido Sánchez *(Directora del Gabinete de la Secretaría de Estado de Infraestructuras, Transporte y Vivienda),* Eloísa Contín Trillo-Figueroa *(Jefa del Gabinete del Subsecretario),* Mónica Marín Díaz (*Directora del Gabinete Técnico de la Secretaría General de Infraestructuras),* Mª José Rallo del Olmo *(Jefa del Gabinete Técnico de la Secretaría General de Transportes),* Pedro Guillén Marina *(Director del Centro de Publicaciones)* y Antonio Recuero *(Director de la Revista).*
Dirección: Nuevos Ministerios. Paseo de la Castellana, 67. 28071 Madrid.
Teléf.: 915 978 084. Fax: 915 978 470.
Redacción: Teléf.: 915 977 264 / 65.
E-mail: cpublic@fomento.es
Impresión y publicidad: Comunicación y Diseño.
C/ O'Donnell, 18, 5º H 28009 Madrid.
Teléf.: 91 432 43 18. Fax 91 432 43 19.
E-mail: revistafomento@cydiseno.com
www.cydiseno.com
Dep. Legal: M-666-1958. ISSN: 1577-4589.
NIPO: 161-15-005-0

Edita:
Centro de Publicaciones.
Secretaría General Técnica
MINISTERIO DE FOMENTO

Esta publicación no se hace necesariamente solidaria con las opiniones expresadas en las colaboraciones firmadas

Esta revista se imprime en papel con un 60% de fibra reciclada postconsumo y un 40% de fibras vírgenes FSC.

CARRETERAS 02

El eslabón final.

El subtramo La Franca-Unquera culmina el itinerario de la A-8 en Asturias.

CARRETERAS 10

Impulso a la A-2 en Girona.

En servicio el tramo Sils-Caldes de Malavella.

FERROCARRIL 18

La seguridad, objetivo esencial.

Se aprueba el Estatuto de la nueva Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria.

CARRETERAS 24

El tramo más complejo.

En servicio el recorrido Polopos-Albuñol, el más largo de la A-7 en la costa granadina.

30. La investigación como fórmula.

Navarro Baldeweg. Premio Nacional de Arquitectura 2014.

38. La ruta ferroviaria más larga del mundo.

El tren de mercancías España-China, prueba piloto para un camino de futuro.

44. El retorno del trole.

Trolebuses y trolecamiones se perfilan de nuevo como modos de transporte limpio.

48. Espacios de cine.

El catálogo Singular Railway Set, elaborado por Adif, recoge los espacios disponibles para rodajes y eventos.

54. El último ilustrado.

Isidoro de Antillón, un geógrafo en las Cortes de Cádiz.

La A-8 y N-634 junto al río Deva, donde finaliza el trazado asturiano. Al fondo, la localidad de Unquera y el primer tramo de la autovía en Cantabria.

El subtramo La Franca-Unquera culmina el itinerario de la A-8 en Asturias

El eslabón final

Javier R. Ventosa. Fotos: DCE Asturias

Los automovilistas ya pueden recorrer todo el litoral asturiano de este a oeste por la autovía del Cantábrico (A-8) tras la reciente apertura al tráfico del subtramo La Franca-Unquera, eslabón final de esta infraestructura de gran capacidad en el Principado. Se trata de un hito histórico en el proceso de construcción del principal eje de comunicaciones viarias de la cornisa cantábrica, que vertebra cuatro comunidades autónomas y permite la conexión con Francia.

Viaducto de Bustio, principal estructura del nuevo subtramo.

El subtramo fue puesto en servicio el pasado 30 de diciembre por el presidente del Gobierno, Mariano Rajoy, que estuvo acompañado por la ministra de Fomento y los presidentes autonómicos de Asturias y Cantabria. En una intervención desarrollada en el viaducto de Tina Mayor, que marca la separación entre las comunidades autónomas de Asturias y Cantabria, Rajoy señaló que la autovía del Cantábrico "es una infraestructura claramente vertebradora para el norte peninsular, de las que hay que hacer, que da respuestas a las necesidades reales de la población, que no está sobredimensionada, que genera puestos de trabajo y que contribuye a la prosperidad del país".

En su intervención, subrayó que con el nuevo subtramo La Franca-Unquera se puede viajar íntegramente desde Faro (Portugal) hasta París por vías de alta capacidad, "lo que favorece los flujos comerciales con Europa a través de una mejor conexión con Francia, algo que va a ser muy importante para las balanzas comerciales de País Vasco, Cantabria, Asturias y Galicia". "(La au-

Entre Galicia y Cantabria

La autovía A-8 en el Principado, que forma parte del proyecto para extender un gran corredor costero entre el País Vasco y Galicia, tiene sus orígenes en los años 60 del pasado siglo con el proyecto de la Y asturiana, una autopista libre de peaje destinada a unir las ciudades de Gijón y Avilés, enlazándolas a su vez con Oviedo a través de la autovía Ruta de la Plata, que entró en servicio en 1976 y que desde entonces concentra los mayores volúmenes de tráfico del Principado. El proyecto de un corredor cantábrico de alta capacidad aparece por primera vez en el Plan General de Carreteras 1984-1991, que preveía la construcción del tramo oriental Unquera-Llovio y su continuidad por el interior hacia Lieres, Pola de Siero y Oviedo (la actual autovía A-64 Oviedo-Villaviciosa). Las primeras obras de la nueva autovía datan de 1989.

A mediados de la siguiente década se proyectaron los tramos costeros de la autovía entre Gijón y Llanes, incluida la Ronda Sur de Gijón, conectada por el oeste a la Y asturiana, que entraron en servicio entre 2000 y 2003, quedando el tramo Llanes-Unquera como el único pendiente de la A-8 en el oriente asturiano. En estos años comenzaron las primeras licitaciones para extender la autovía por la costa hacia la zona occidental de Asturias y conectarla con Galicia, trabajos que se han extendido hasta 2013, culminando con la apertura del tramo Otur-Villapedre. El cierre de la autovía en el Principado, uno de los grandes compromisos del Ministerio de Fomento en materia de carreteras, se ha producido a finales de 2014 con la apertura del tramo oriental Llanes-Unquera, que permite la conexión con Cantabria. En total, la autovía consta en Asturias de 231 kilómetros, divididos en 28 tramos.

▶ *Zona de desmonte para encajar la N-634 y dar cabida a la autovía, con el falso túnel de El Peral al fondo.*

A medida que ha ido abriendo tramos, la nueva infraestructura se ha ido configurando como el gran eje de comunicaciones este-oeste de Asturias, enlazando las principales ciudades con los dos extremos de la comunidad, vertebrando territorios de baja densidad poblacional y captando los tráficos de largo recorrido que circulan por la cornisa cantábrica, que han abandonado definitivamente los anteriores itinerarios costeros de las carreteras N-634 y N-632. Hoy en día un automovilista puede circular ya por autovía desde la ría del Eo, en el límite con Galicia, hasta la ría de Tina Mayor, en el límite con Cantabria, con mayor seguridad, comodidad y rapidez (el trayecto se puede cubrir en algo más de dos horas) gracias a la que ya es por derecho propio uno de los grandes ejes de alta capacidad de la red de autovías española.

A lo largo del trazado por los verdes valles asturianos, los ingenieros que han desarrollado la A-8 han combinado el respeto a un entorno medioambientalmente muy exigente con la construcción de decenas de obras de ingeniería para dominar la complicada geografía del Principado, entre ellas viaductos y túneles. Por sus magnitudes sobresale el viaducto de la Concha de Artedo (1.200 metros de longitud y 110 de altura), así como los que salvan los grandes ríos asturianos: Nalón (1.100 m), Navia (907 m), Eo (600 m) y Sella (535 m). Otros viaductos notables son los de Ferrería (848 m), Uncín (750 m), Esqueiro (750 m), río España (592 m), Canero (540 m) y el bello puente-arco de La Regenta (381 m). Entre los túneles destacan por su longitud los de Niévares (2.387 m), El Fabar (1.500 m) y Brañaviella (1.239 m), así como el singular falso túnel bajo la ría de Villaviciosa (950 m).

tovía del Cantábrico) es una obra nítidamente española y pieza fundamental para mejorar la competitividad de estas comunidades", agregó.

La importancia del subtramo La Franca-Unquera reside precisamente en que cierra el itinerario de la autovía A-8 en el Principado de Asturias, culminando un proceso constructivo de más de 25 años que ha mejorado sustancialmente las comunicaciones por carretera en esta comunidad autónoma. La nueva infraestructura permite ahora a los usuarios cruzar con rapidez, seguridad y comodidad el territorio del Principado de este a oeste, entre las rías del Eo y de Tina Mayor, a través de un moderno trazado de 231 kilómetros de longitud que entierra en la historia el otrora tortuoso viaje costero por las carreteras N-634 y N-632.

Con el cierre, este mismo año, de los dos últimos tramos en Cantabria concluirá el trazado completo de la A-8

El Ministerio de Fomento ha dado en los últimos años un importante impulso a la construcción de esta autovía, lo que ha permitido culminar en 2014 el itinerario de la A-8 en Galicia y Asturias, esperándose el cierre de los dos últimos tramos en Cantabria para este mismo año, con lo que concluirá el trazado completo de esta gran infraestructura desde Baamonde (Galicia) hasta Bilbao, desde donde el corredor tiene continuidad hasta la frontera francesa a través de la autopista AP-8. En Asturias, el impulso ministerial en los últimos tres años ha permitido abrir al tráfico los últimos cinco tramos de la A-8 (Navia-Tapia de Casariego, Otur-Villapedre, Muros de Nalón-Las Dueñas, Llanes-Pendueles y Pendueles-Unquera, que suman más de medio centenar de kilómetros), cumpliendo así con el compromiso adquirido de acabar la autovía en el Principado en el año 2014.

.\ Presupuesto

El nuevo subtramo La Franca-Unquera constituye la parte más oriental del tramo Pendueles-Unquera (11,7 kilómetros), un recorrido rodeado de diversas vicisitudes en sus fases de tramitación y obra, y que fue segmentado hace dos años para propiciar la puesta en servicio anticipada de su mayor parte, el subtramo Pendueles-La Franca, de 7,6 kilómetros, abierto al tráfico el pasado mes de agosto. Para los más de 12.500 vehículos que de media circulaban diariamente por este tramo de la N-634 la apertura del último subtramo asturiano de la A-8 es una importante mejora en la comodidad, velocidad y seguridad de conducción, al tiempo que se evita el paso por la travesía de la carretera N-634 en el núcleo de El Peral.

La A-8 en Asturias

Tramo	Longitud (km)	Año de inauguración
Unquera-Pendueles	11,7	2014
Pendueles-Llanes	10,5	2012-2013
Llanes-Llovio	22,6	2001
Llovio-Caravia	11,6	2002
Caravia-Colunga	7,1	2001
Colunga-Venta del Pobre	8,1	2000
Venta del Pobre-Villaviciosa	8,5	2001
Villaviciosa-Infanzón (Arroes-Grases)	9,2	2004
Infanzón-Piles	6,7	2002
Piles-Lloreda (Ronda Sur Gijón)	7,4	1997
Gijón-Serín	12,0	1976
Serín-Tamón	16,0	1976
Tamón-Villalegre	8,9	2002
Villalegre-Vegarrozadas	7,5	2002
Vegarrozadas-Soto del Barco	7,1	2005
Soto del Barco-Muros del Nalón	6,4	2007
Muros del Nalón-Las Dueñas	8,8	2013
Las Dueñas-Novellana	7,2	2009
Novellana-Ballota	4,1	2008
Ballota-Cadavedo	6,0	2007
Cadavedo-Querúas	5,3	2007
Querúas-Otur	9,1	2007
Otur-Villapedre	12,2	2013
Villapedre-Navia	3,0	2006
Variante de Navia	6,8	2006
Navia-Tapia de Casariego	11,9	2012
Tapia de Casariego-Barres	5,9	2008
Barres-Ribadeo	4,7	2008

El nuevo subtramo está desarrollado para una velocidad de proyecto de 100 km/h.

El presupuesto de la obra del subtramo La Franca-Unquera asciende aproximadamente a 58 M€, cantidad que, sumada al coste de redacción del proyecto, al importe estimado de las expropiaciones y al coste de la asistencia técnica para el control y vigilancia de la obra, arroja una inversión total aproximada de 64 M€. Las obras han sido desarrolladas por la UTE Unquera-Pendules, formada por las empresas FCC Construcción y Alvargonzález Contratas.

Características técnicas

El nuevo subtramo, que discurre a través del término municipal asturiano de Ribadedeva, tiene su origen al final del enlace de La Franca, perteneciente al subtramo contiguo Pendueles-La Franca, que está en servicio desde agosto de 2014, y finaliza en su parte oriental en la margen asturiana del río Deva, que delimita Asturias y Cantabria, junto a la localidad de Bustio y poco antes del enlace de Unquera, donde conecta con el tramo Unquera-La Madrid de la A-8, también en servicio. Se trata de una variante de trazado que discurre hacia el norte de la carretera N-634, infraestructura que mantiene la función de eje vertebrador de los núcleos de población cercanos del concejo (El Peral, Bustio, Colombres y Unquera).

Sus características geométricas (radio mínimo de 450 metros, pendiente máxima del 3,5%) permiten una velocidad de proyecto de 100 km/h. La sección transversal de la autovía consta de dos calzadas separadas, una para cada sentido de la circulación, con dos carriles de 3,5 metros cada una, arcenes exteriores de 2,50 metros e interiores de 1 metro, separadas por una mediana de anchura mínima de 4 metros y máxima de 15 metros. La sección de firme está formada por tres capas de mezclas bituminosas (10 cm de G-25, 6 cm de D-20 y 4 cm de PA-12) sobre 20 cm de suelocemento, todo ello dispuesto sobre una explanada E3.

Trazado y estructuras

Se trata de un trazado relativamente corto, de 4,1 kilómetros de longitud, que discurre de forma sucesiva por tres entornos geográficos de distintas características: la llanura existente entre La Franca y El Peral, la ladera meridional del arroyo de la Salceda y la marisma de la ría de Tina Mayor (río Deva). Su recorrido, en sentido este-oeste, se desarrolla inicialmente junto al núcleo de El Peral, primero mediante un terraplén de pequeña altura y luego a través de un falso túnel sobre el que cruza la carretera autonómica RD-1 a Pimiango. En este tramo el tronco de autovía se encaja entre el reducido espacio existente entre la estación de Feve de Colombres y la estación de servicio situada en el margen de la carretera N-634.

Más adelante discurre junto a la ladera del arroyo de la Salceda, muy cerca de la carretera N-634, que es desplazada hacia el sur en un tramo de aproximadamente un kilómetro para evitar terrenos inestables y dar cabida sobre la plataforma existente al nuevo trazado, cuyas calzadas discurren decaladas (a distinto nivel) en la bajada a Bustio. En su parte final, la traza se desarrolla por el pasillo que queda libre entre el límite de la ZEPA Ribadesella-Tina Mayor y la carretera N-634, cruza lateralmente una vaguada mediante el único viaducto del tramo, pasa junto a la zona urbana de Bustio, salva la

Trazado encajado entre la estación de Feve de Colombres (drcha.) y la estación de servicio de la N-634 (izqda.).

vía férrea de Feve y conecta con el tramo en viaducto sobre la ría de Tina Mayor ya construido.

A lo largo del trazado se han construido dos estructuras principales: el falso túnel de El Peral y el viaducto de Bustio. El subterráneo, de 88 metros de longitud, está formado por dos estructuras gemelas con bóveda de hormigón prefabricado biarticulado apoyada en pilas laterales y centrales, con una mediana de 4 metros de anchura y aceras en el interior.

Respecto al viaducto de Bustio, de 141 metros de longitud (con luces 30+3x37+30 m), está formado por dos estructuras gemelas con tablero de vigas prefabricadas de tipo artesa. También se han dispuesto dos pasos inferiores (uno de ellos para el cruce con el ferrocarril de Feve), construidos ambos mediante vigas prefabricadas, y seis obras de drenaje transversal, obras que, junto al falso túnel, permiten dar continuidad tanto a la red de caminos vecinales y agrícolas como a la red de cauces naturales interceptados por la traza. Asimismo, en el trazado se han dispuesto sendos pasos de mediana, de 40 metros de longitud, después de las dos estructuras principales del subtramo.

Igualmente son de destacar, por su altura, los tramos de terraplén sostenidos por muros de contención de suelo reforzado y paramento con escamas de hormigón cimentados sobre muros de escollera. En concreto, en la ladera de la Salceda, que es la zona que mayores problemas geotécnicos ha presentado durante la fase de obra, en un tramo de unos dos kilómetros se han dispuesto tres de los cuatro muros de este tipo que existen en el subtramo (muros 5, 6 y 7, de 475, 780 y 313 metros de longitud), de altura máxima de 14 metros, dos de ellos sobre una cimentación de muros de escollera de altura máxima de 20 metros.

.\ Integración ambiental

Como ocurre con prácticamente todos los tramos de la autovía del Cantábrico en Asturias, una infraestructura muy respetuosa con el entorno, el subtramo entre La Franca y Unquera se desarrolla por parajes medioambientalmente delicados que han exigido la adopción de medidas preventivas y correctoras del impacto ambiental, contempladas en la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) del tramo. En concreto, el proceso constructivo ha estado sometido a importantes restricciones ambientales, además de importantes afecciones al tráfico circulante por la carretera N-634.

Entre las medidas correctoras y complementarias del impacto ambiental llevadas a cabo figuran la revegetación de taludes de terraplén y desmonte allí donde ha sido posible, la colocación de valla de cerramiento a lo largo de la autovía para obstaculizar el paso de la fauna terrestre y la instalación de pantallas acústicas en las zonas más sensibles al ruido, entre otras. ▮

Centro de publicaciones

Librería de publicaciones oficiales

www.fomento.gob.es

En servicio el tramo Sils-Caldes de Malavella

Impulso a la A-2 en Girona

Javier R. Ventosa. Fotos: DCE Cataluña

El Ministerio de Fomento está desarrollando en Girona un plan de ampliación de capacidad y mejora de seguridad en la carretera N-II, que supone su transformación en la autovía A-2 en parte del recorrido. En el marco de este plan, recientemente ha entrado en servicio el tramo Sils-Caldes de Malavella, un nuevo trazado de alta capacidad que mejora las condiciones de circulación, y se ha puesto la primera piedra del tramo contiguo, Maçanet de la Selva-Sils, ambos al sur de la capital.

Enlace de Caldes, situado al final del tramo.

El tramo fue puesto en servicio el 22 de diciembre por la ministra de Fomento, Ana Pastor, quien subrayó que el nuevo recorrido "es uno de los pequeños pasos para que la carretera N-II tenga alta capacidad". Con ello aludía al plan que el Ministerio de Fomento desarrolla en la provincia de Girona para transformar la N-II, una vía con un carril por sentido, importantes volúmenes de tráfico y una elevada siniestralidad, en una infraestructura con mayor capacidad y más segura que la actual. En Girona, la N-II y la autopista AP-7, que discurren en paralelo, conforman el principal corredor sur-norte de la provincia, enlazando sus dos principales ciudades (Girona y Figueres) y comunicando con Francia.

El Ministerio de Fomento ha invertido 45 M€ en este tramo de la A-2 que mejora de forma sustancial las condiciones de circulación y seguridad

Este plan, que se desarrolla en el itinerario gerundense de la N-II entre Tordera y la frontera francesa (el tramo previo entre Montgat y Tordera, de 52 km, en la provincia de Barcelona, fue traspasado a la Generalitat en 2008), ha recibido un importante impulso inversor del ministerio durante los años 2013 y 2014, que ha permitido licitaciones, adjudicaciones y la puesta en servicio de actuaciones tanto al norte como al sur de Girona. Sus hitos más recientes han sido la apertura del tramo Sils-Caldes de Malavella y el inicio de obras en el contiguo, Maçanet de la Selva-Sils, actuaciones comprendidas en el proyecto de construcción de la autovía del Nordeste (A-2) al sur de Girona, un nuevo trazado de casi 18 kilómetros formado por tres tramos –los dos mencionados más el tramo Caldes-

Una carretera sin tráfico pesado

Los camiones pesados no circulan por el tramo Maçanet de la Selva-La Jonquera de la N-II, en Girona, desde el 19 de abril de 2013. En esa fecha, la Generalitat catalana, en el ejercicio de sus competencias en materia de tráfico y con objeto de mejorar la seguridad vial, prohibió la circulación por esa carretera de estos vehículos, que desde entonces circulan por la autopista AP-7. En el primer año de aplicación de esta disposición, más de 1,1 millones de camiones abandonaron la nacional para circular por la autopista, lo que se ha traducido en una menor siniestralidad en la N-II. Para compensar esa prohibición, el Ministerio de Fomento, la Generalitat y la concesionaria de la autopista suscribieron en junio de 2013 un convenio que contempla bonificaciones de hasta un 50% en las tarifas de peaje a los vehículos pesados que realicen movimientos internos en el tramo Maçanet-La Jonquera de la AP-7, para lo cual deben emplear el telepeaje (sistema Via T) y tener instalado el dispositivo necesario para utilizar este sistema. En virtud de este convenio, la Administración Central y la Generalitat catalana aportan cada una un máximo de 1,5 M€ a la concesionaria para afrontar la reducción del importe del peaje. El convenio podrá prorrogarse hasta que el Ministerio de Fomento finalice la duplicación de la N-II en el tramo Girona-La Jonquera.

Montaje panorámico de la doble calzada, cartel anunciador de obras y desvío de la N-II durante las fase de obras.

Fornells de la Selva, en servicio desde 2008–, y que supone el acceso por el sur al área metropolitana de la capital provincial.

La apertura del nuevo tramo de la A-2 y su unión al contiguo Caldes-Fornells completa un tramo continuo de alta capacidad de casi 15 kilómetros de longitud que mejora de forma sustancial las condiciones de circulación y la seguridad en la zona. El Ministerio de Fomento ha invertido un total de 45 M€ en el nuevo recorrido, de los que 33,9 M€ corresponden al presupuesto de obra.

Sils-Caldes de Malavella

El nuevo tramo de autovía se ha construido en paralelo –lo más próximo posible para reducir las afecciones a los terrenos colindantes–, y al este de la carretera N-II, que se mantiene en la mayor parte de la traza con la función de vía de servicio de la autovía. El trazado, de 6,6 kilómetros de longitud, discurre por los términos municipales de Sils y Caldes de Malavella, a través de una orografía ondulada en la que predominan los terrenos dedicados a repoblación forestal, agricultura y ganadería, y en la que se sitúan urbanizaciones y centros de ocio junto a la N-II.

Como características principales, la sección básica del tronco está compuesta por dos calzadas de 7,00 metros de anchura, donde se alojan dos carriles de 3,50 metros de anchura cada uno, arcenes exteriores de 2,50

metros e interiores de 1,00 o 1,50 metros. La sección de autovía permite su futura ampliación a tres carriles por sentido. La sección de firmes, apoyada en 30 cm de suelo estabilizado y 30 cm de suelo cemento, se compone de tres capas de mezclas bituminosas de 25 cm de grosor (BBTM 11B, ACC22 BIN5 y AC32 Base G). La velocidad de proyecto del tramo es de 100 km/h.

Con sentido sur-norte, el tramo se desarrolla entre los p.k. 13+500 y 20+500 de la autovía del Nordeste (A-2). Arranca a la altura de la localidad de Sils, poco después del enlace con la carretera C-63, atraviesa el cauce de la riera de Santa María, que dispone de una amplia llanura de inundación, y concluye en el enlace con el tramo ya en servicio Caldes de Malavella-Aeropuerto. Sus dos principales estructuras, casi contiguas, se sitúan al inicio del tramo: el viaducto sobre la riera de Santa María, con un único vano de 50 m de luz formado por un tablero de vigas prefabricadas doble de T de 2,50 m de canto sobre el que se ha hormigonado *in situ* una losa de 0,25 m de espesor; y el viaducto sobre la línea férrea Barcelona-Port Bou, que se salva mediante una estructura de un solo vano de 15 m de luz. Entre la riera y la vía férrea se sitúa el principal terraplén del tramo. También se han construido cinco pasos superiores, tres pasos inferiores y 10 muros.

El trazado dispone de dos enlaces: Les Mallorquines, a mitad del tramo, de tipología diamante con pesas, con paso superior de conexión de ambas glorietas, que conecta con la carretera GI-555; y de Caldes, al final del tramo, de conexión con la carretera GI-673, de tipología diamante con glorieta superior, dotado de dos pasos superiores que permiten todos los movimientos, donde se produce la conexión con el tramo de la A-2 en servicio Caldes-Aeropuerto-Fornells de la Selva.

Extendido del firme sobre la nueva calzada.

El nuevo tramo de la A_2 se desarrolla sensiblemente en paralelo junto a la N-II.

▶ *Vista de la nueva calzada antes de su apertura y trabajos en un paso superior.*

El proyecto ha incluido la modificación o ampliación de las obras de drenaje transversal existentes, sobre todo aquellas que afectan al tronco de la autovía, particularmente en el valle de la riera de Santa María, que ha registrado episodios frecuentes con problemas de desagüe recurrentes. En este sentido, además del puente sobre la riera, se han ejecutado 16 obras, entre ellas tres bóvedas, seis cajones y siete tubos, que cumplen igualmente una función como pasos de fauna. También se ha procedido a la reposición de los caminos agrícolas laterales afectados por el nuevo trazado de autovía.

En el ámbito de la integración ambiental, se han implementado medidas preventivas, protectoras y correctoras para la protección del suelo, la vegetación y la fauna de la zona, así como medidas antirruido. Entre ellas destacan la ejecución de dos pasos de fauna, la construcción de sendas balsas de decantación en las cercanías del Estany de Sils y la ejecución de 1.940 metros

Un plan para la N-II

El Ministerio de Fomento desarrolla desde 2013 un plan específico para incrementar la capacidad y mejorar la seguridad de la N-II en Girona, carretera que cruza la provincia de norte a sur en paralelo a la AP-7, con un tráfico medio elevado (18.000 vehículos/día, más de un 20% de pesados en 2011, en su mayor parte tráfico de largo recorrido que evadía el peaje de la AP-7) y alta siniestralidad. El denominado Plan N-II, previsto en el Plan de Infraestructuras de Transporte y Vivienda (PITVI) y proyectado por la Dirección General de Carreteras, contempla actuaciones en casi 70 km de la N-II en Girona que contribuyen a mejorar esta situación, con un presupuesto superior a 340 M€ Las actuaciones, en servicio, en ejecución o en proyecto, son las siguientes:

✔ ***Tordera-Maçanet de la Selva (8 km).*** *Proyecto en redacción que prevé obras de acondicionamiento y remodelación de accesos y enlaces en un tramo de la N-II. Como actuación independiente, próximamente arrancarán las obras para mejorar una intersección y un enlace en Tordera.*

✔ ***Maçanet de la Selva-Fornells de la Selva (18 km).*** *Nuevo trazado de la autovía A-2 en paralelo a la N-II al sur de Girona, que presenta dos tramos ya en servicio (Sils-Caldes y Caldes-Fornells de la Selva, con casi 15 km) y otro en obras (Maçanet de la Selva-Sils, de 2,7 km). También se redacta el proyecto del nuevo enlace de Vidreres.*

✔ ***Circunvalación de Girona (20 km).*** *Tramo de la autopista AP-7, al oeste de la ciudad, donde la circulación es libre de peaje para los movimientos internos entre Fornells de la Selva y Vilademuls, de acuerdo al convenio suscrito en 2006 entre el Ministerio de Fomento y Acesa (Abertis), concesionaria de la autopista. Para ello, Acesa ha ampliado en esta zona la autopista de tres a cuatro carriles por sentido (2012) y ha puesto en servicio tres nuevos enlaces (2013-2014), que conectan la AP-7 con la N-II. Por tanto, en este tramo la A-2 ha quedado integrada en la AP-7 con gratuidad del recorrido entre los enlaces de Fornells, Girona Sur, Sant Gregori, Girona Norte y Vilademuls. Gracias a esta medida, la carretera N-II, que discurre al este de Girona, ha visto reducido el tráfico de largo recorrido.*

✔ ***Norte de Girona-La Jonquera (41 km).*** *El plan prevé la duplicación de la calzada de la N-II, la remodelación de enlaces e intersecciones, la reordenación de accesos y la construcción de variantes. Este trayecto se ha dividido en siete tramos. El primero (Medinyá-Orriols, de 3,3 km) iniciará próximamente las obras y el resto (Orriols-Báscara, Variante de Báscara, Báscara-Variante de Figueres, Variante de Figueres-Pont de Molins, Variante de Pont de Molins y Pont de Molins-La Jonquera) está en fase de redacción de proyectos. Como actuación independiente, próximamente arrancarán las obras de remodelación de los enlaces de Pontós y Garrigás. En abril pasado, además, entró en servicio la remodelación del enlace de Figueres Norte.*

▶ *Enlace de Les Mallorquines, con tipología de diamante con pesas, situado a mitad del tramo.*

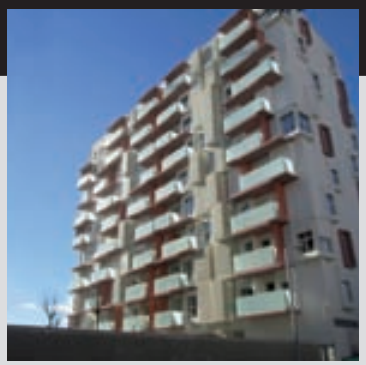
de pantallas de guiado de anfibios, así como la instalación de 3.840 metros de pantallas acústicas en varios puntos del trazado o la revegetación y restauración de los espacios afectados por las obras.

.\ Tramo Maçanet de la Selva-Sils

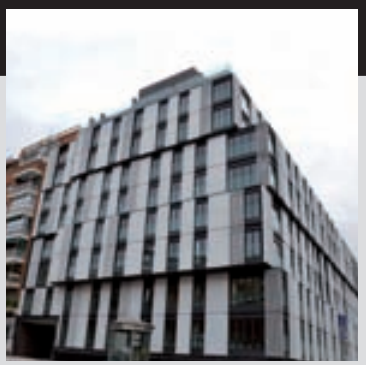
Este futuro tramo de la A-2, cuyas obras arrancaron también el pasado 22 de diciembre, es el más corto de los tres de la autovía en esta zona, ya que apenas mide 2,7 kilómetros. Con una presupuesto de 21,3 M€ y un plazo de ejecución de 40 meses, el proyecto, redactado por Ineco, contempla la ejecución de un nuevo tramo de autovía, también al este de la carretera N-II, que discurrirá por los términos municipales de Maçanet de la Selva, Vidreres y Sils.

Sus principales hitos son los enlaces de Vidreres y Sils. El primero mantendrá su configuración actual, con adaptación de los viales existentes a la nueva traza, aunque existe otro proyecto en redacción en el marco del Plan N-II para su completa remodelación; el segundo mantendrá su tipología actual adecuando los ramales a la nueva sección de la autovía. A lo largo del trazado se han proyectado siete estructuras: tres viaductos que permiten salvar las rieras de Pins, Reg Clar y Reg Socorro, un paso inferior y tres muros. ▮

CONSTRUCCIONES RUBAU

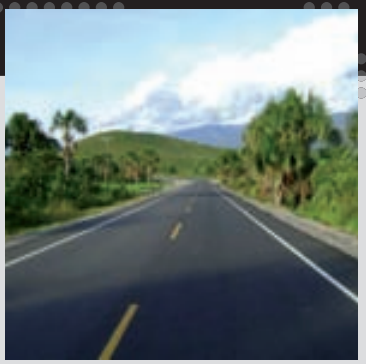


Barcelona . 98 viviendas, L'Hospitalet de Ll.



Madrid . 175 viviendas en Mindanao.

México . Libramiento de Celaya.



Colombia . Carretera Yopal, ruta 65.

www.rubau.com

GIRONA · Pont Major, s/n
Tel.: 972 21 45 50
Fax: 972 21 45 54
info@rubau.com

BARCELONA · Aragó, 295, 1ª 1ª
Tel.: 93 487 06 13
Fax: 93 488 10 87
info@rubau.com

MADRID · Pº de la Castellana, 163, 9ª dcha.
Tel.: 93 487 06 13
Fax: 93 488 10 87
info@rubau.com

Revista del Ministerio de Fomento

TARJETA DE SUSCRIPCIÓN

NOMBRE Y APELLIDOS/EMPRESA ..... N.I.F. .....

DOMICILIO ..... Nº .....

LOCALIDAD ..... PROVINCIA ..... C. P. .....

PAÍS ..... TELÉFONO ..... CORREO ELECTRÓNICO .....

MODALIDAD DE SUSCRIPCIÓN	ESPAÑA	EXTRANJERO
☐ 1 año (11 números)	**25 €**	**35 €**
☐ 2 años (22 números)	**40 €**	**50 €**

Envíenme gratis la el nº extraordinario *"Alta velocidad en España 1992-2011"* que regalan por una suscripción de dos años*
**(Hasta agotar existencias)*

FORMA DE PAGO ☐ **Envío cheque adjunto** ☐ **Envío giro postal nº** ..... ☐ **Domiciliación bancaria** (sólo suscriptores)

De conformidad con lo establecido en la Ley Orgánica 15/1999 de 13 de diciembre de Protección de Datos de Carácter Personal, usted tiene derecho al acceso, cancelación, rectificación y oposición de los datos facilitados mediante solicitud por escrito a : Centro de Publicaciones del Ministerio de Fomento. Paseo de la Castellana, 67. 28071 Madrid. E-mail: cpublic@fomento.es

Enviar a: **Revista del Ministerio de Fomento**
Pº de la Castellana, 67. 28071 Madrid. **Información y suscripciones: 91 597 64 49.** **Correo electrónico: cpublic@fomento.es**

DOMICILIACIÓN BANCARIA

Entidad bancaria .....

Domicilio entidad ..... Nº .....

C.P. ..... Localidad ..... Provincia .....

Muy Sres. míos:
Ruego que, con cargo a mi cuenta y hasta nuevo aviso, atiendan el pago de los recibos correspondientes a mi suscripción que les presentará al cobro la Revista del Ministerio de Fomento, editada por el Centro de Publicaciones del Ministerio de Fomento.

Les saluda atentamente
(firma)

CÓDIGO IBAN CUENTA CLIENTE

E S | | |

Ferrocarril

Mariano Serrano

El pasado 23 de diciembre se publicó en el BOE el Real Decreto 1072/2014, de 19 de diciembre, por el que se crea la Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria y se aprueba el Estatuto del nuevo organismo. Con esta agencia, cuya puesta en funcionamiento efectiva tendrá lugar el 1 de abril de este año, se culmina el proceso de constitución de una autoridad responsable de la seguridad ferroviaria en España como un ente independiente dotado de personalidad jurídica propia y se da cumplimiento a la legislación comunitaria sobre seguridad de los ferrocarriles de los Estados miembros.

La Directiva 2004/49/CE, de 29 de abril de 2004, dispone que, dentro del marco normativo común en materia ferroviaria, es necesario que todos los Estados pertenecientes a la UE establezcan autoridades encargadas de regular y supervisar la seguridad ferroviaria, organismos que, bajo las premisas de autonomía, flexibilidad y transparencia de funcionamiento, contribuyan a la creación de un sistema ferroviario único europeo capaz de coordinar sus criterios para la toma de decisiones. Por su parte, la Ley de Agencias Estatales de 2006 preveía la creación de una Agencia Estatal de Seguridad de Transporte Terrestre encargada de la detección, análisis y evaluación de los riesgos en los transportes terrestres de competencia estatal; agencia que, tras la Ley de Presupuestos Generales para 2014 y el Real Decreto-ley 1/2014 de reforma en materia de infraestructuras y transportes, adoptó su nombre definitivo, pasando a llamarse Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria (AESF), adscrita al Ministerio de Fomento a través de la Secretaría General de Infraestructuras.

Con la creación de la nueva Agencia, una vez que se ponga en funcionamiento de manera efectiva (el 1 de abril de 2015), desaparece la Dirección General de Ferrocarriles y sus subdirecciones generales, asumiendo la AESF las competencias de aquella en materia de seguridad, mientras que el resto de competencias serán asumidas por la Secretaría General de Infraestructuras.

.\ Principios de actuación y competencias

La nueva agencia tiene por objeto la "detección, análisis y evaluación de los riesgos de seguridad en el transporte por ferrocarril", a cuyo fin será la responsable, a

Se aprueba el Estatuto de la nueva Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria

La seguridad, objetivo esencial

La Agencia será la responsable de autorizar el material rodante, de su matriculación e inventario.

nivel estatal, de la "ordenación, inspección y supervisión de la seguridad de todos los elementos del sistema ferroviario". Esto incluye infraestructuras, material rodante y personal ferroviario, así como la operación ferroviaria, comprendiendo también la interoperabilidad del sistema ferroviario de competencia estatal.

Será función de la Agencia la ordenación, inspección y supervisión de la seguridad de todos los elementos del sistema ferroviario

Sujeta a la Ley del Sector Ferroviario y al resto de normas aplicables en materia de seguridad ferroviaria, tanto internas como comunitarias, la AESF se guiará en su actuación por los principios de independencia, competencia y responsabilidad en el desarrollo y aplicación de las normas nacionales e internacionales, así como en el control sobre sus procedimientos, y promoción y difusión de una cultura de la seguridad ferroviaria. En todo caso, el ejercicio de sus funciones deberá basarse en los principios generales de calidad, eficacia, eficiencia y transparencia.

En cuanto a las competencias, el Estatuto de la AESF las articula en torno a tres puntos: 1) las competencias relativas a la seguridad ferroviaria; 2) el otorgamiento,

Reestructuración del Ministerio de Fomento

La puesta en funcionamiento de la AESF, el 1 de abril de 2015, implica la reestructuración del Departamento a partir de esa fecha. Según dispone el Real Decreto por el que se crea la nueva Agencia, esta sucede al Ministerio de Fomento y, en particular, a la Dirección General de Ferrocarriles en los fines y competencias atribuidos a aquella, subrogándose en todos sus derechos y obligaciones. Ello conlleva la supresión de la Dirección General de Ferrocarriles y de las tres subdirecciones generales dependientes de ella: Planificación y Proyectos, Construcción y Coordinación Ferroviaria. Todos los bienes muebles e inmuebles que estaban adscritos a la Dirección General de Ferrocarriles a la entrada en vigor del Real Decreto (24 de diciembre de 2014) han pasado a formar parte del patrimonio de la AESF. Por otro lado, como consecuencia de la desaparición de la Dirección General de Ferrocarriles, las competencias que esta tenía atribuidas –excepto las relativas a seguridad, que desarrollará la nueva agencia– recaen en la Secretaría General de Infraestructuras, cuyo titular será también el Presidente de la AESF.

En cuanto al personal, la AESF se dotará exclusivamente mediante efectivos del Ministerio de Fomento y sus organismos y entidades públicas relacionados con sus funciones. El personal funcionario de la Dirección General de Ferrocarriles pasará a integrarse en la Agencia con la misma situación, antigüedad y grado, y su personal laboral se integrará en ella con las mismas condiciones laborales. No obstante, los funcionarios con destino en la Dirección General de Ferrocarriles que estén desarrollando funciones vinculadas con contratos gestionados por ADIF y ADIF-Alta Velocidad, podrán incorporarse como personal laboral a alguno de estos entes públicos, a propuesta del Ministerio de Fomento, previa iniciativa de estas entidades y autorización del Ministerio de Hacienda y Administraciones Públicas. En tal caso, estos funcionarios quedarán en situación de excedencia voluntaria por prestación de servicios en el sector público, en régimen distinto al de funcionario de carrera.

En todo caso, la puesta en funcionamiento de la Agencia no supone incremento alguno de las asignaciones presupuestarias, ni incremento de dotaciones, retribuciones u otros gastos del personal.

suspensión y revocación de licencias a empresas ferroviarias, y 3) la asistencia técnica y colaboración con el Ministerio de Fomento en el ejercicio de sus competencias ferroviarias. Solo esta última podrá transferirse o subcontratarse con otros administradores o empresas ferroviarias, pues las comprendidas en los dos primeros puntos deberá ejercerlas por sí misma la propia Agencia.

Como autoridad responsable de la seguridad ferroviaria, el Estatuto atribuye a la Agencia, entre otras, las siguientes competencias fundamentales: en cuanto a la seguridad del sistema ferroviario, velará por el mantenimiento de la seguridad en la Red Ferroviaria de Interés General, supervisando el cumplimiento de las obligaciones por parte de todos los actores implicados; autorizará la entrada en servicio de los subsistemas estructurales y supervisará el cumplimiento de los componentes de interoperabilidad, comprobando que mantienen todos los requisitos. En cuanto a vehículos, la Agencia será la responsable de su autorización. Tendrá competencias, además, en todo lo relativo a certificados de seguridad de empresas ferroviarias y a autorizaciones de seguridad de los administradores de infraestructura. También será la Agencia la encargada de proponer, elaborar y desarrollar el marco normativo de seguridad y supervisar su cumplimiento, así como formular recomendaciones de especificaciones técnicas, y realizará el seguimiento de los objetivos y los niveles de seguridad a través de indicadores y estadísticas de accidentalidad, elaborando los informes correspondientes.

Por lo que se refiere a material y personal, organizará y gestionará registros para la inscripción de este personal y la matriculación e inventario del material rodante y de las infraestructuras, siendo competente para la homologación de centros de formación y empresas de mantenimiento. La AESF tiene también atribuidas las competencias que corresponden al Ministerio de Fomento en materia de transporte de mercancías peligrosas por ferrocarril y en relación con la defensa del dominio público ferroviario, sin perjuicio de las que correspondan en esta materia al administrador. Por último, ejercerá la potestad sancionadora en materia de seguridad ferroviaria.

Estructura y financiación

La AESF se estructura en cuatro tipos de órganos: de gobierno (el Presidente y el Consejo Rector), de control

La AESF será la autoridad responsable de la seguridad de toda la Red Ferroviaria de Interés General.

(Comisión de Control), ejecutivo (el Director de la Agencia) y operativos (la Subdirección General de Infraestructura, la Subdirección General de Coordinación Ferroviaria y la División de Administración). Entre las funciones del Presidente –cargo no ejecutivo que desempeñará el Secretario General de Infraestructuras, como elemento esencial de coordinación entre la Agencia y el Ministerio de Fomento– están las de proponer al Consejo el nombramiento del Director de la Agencia, la presentación del contrato de gestión para su aprobación por el Consejo o la rendición de cuentas anuales ante el Tribunal de Cuentas. En cuanto al Consejo Rector, máximo órgano de gobierno de la Agencia, estará compuesto por el Presidente, el Director, ocho consejeros y un Secretario. Al titular del Ministerio de Fomento le corresponde la designación de cuatro consejeros; otros dos serán nombrados por el de Hacienda y Administraciones Públicas, y los dos restantes serán nombrados, uno cada uno, por los titulares de los ministerios de Economía y Competitividad y de Industria, Energía y Turismo. Entre las funciones del Consejo, se encuentra la aprobación del contrato de gestión, el nombramiento del Director y la aprobación de las cuentas anuales. Por lo que se refiere al Director de la Agencia, máxima responsabilidad ejecutiva, entre sus funciones principales se encuentra la de elaborar el proyecto de contrato de gestión y el plan anual, así como elaborar el anteproyecto de presupuestos anuales y formular las cuentas para su aprobación por el Consejo.

Los recursos de la AESF provendrán tanto de las transferencias consignadas en los Presupuestos Generales del Estado, como de recursos propios, tales como las contraprestaciones por sus actividades en virtud de contratos, convenios y encomiendas; precios públicos y tarifas; enajenación de bienes que constituyan su patrimonio; el producto de las sanciones, o las aportaciones de fondos de la Unión Europea o de otras administraciones.

.\ Gestión transparente por objetivos

Como en el resto de Agencias Estatales reguladas por la Ley 28/2006, la actuación de la AESF se ejecuta de acuerdo a un plan anual elaborado con arreglo a un contrato plurianual de gestión por objetivos. En este contrato, que tendrá una vigencia de cuatro años, se desarrollarán, siguiendo el principio de transparencia, los objetivos a perseguir y los planes para alcanzar dichos objetivos; los resultados perseguidos y la forma de evaluación de la consecución de los mismos; el marco de actuación en materia de gestión de recursos humanos; los recursos materiales, personales y presupuestarios necesarios, y los efectos asociados al grado de cumplimiento de los objetivos. Una vez aprobada la propuesta inicial del contrato por el Consejo Rector, el Presidente de la Agencia lo presentará para su aprobación conjunta por los ministerios de Fomento y de Hacienda y Administraciones Públicas.

Con arreglo a los objetivos y recursos establecidos en este contrato cuatrienal de gestión, la actividad de la Agencia se realizará de acuerdo a un plan anual, que el Director deberá proponer al Consejo Rector para su aprobación. Además, el Director deberá también proponer al Consejo el informe general de la actividad del año anterior y las cuentas anuales. En virtud del principio de transparencia que debe regir en las actuaciones de la Agencia, el plan anual, el informe de actividad y las cuentas serán públicos, teniendo acceso los ciudadanos a estos documentos a través de su página web. ▮

La AESF será competente para la homologación de centros de formación del personal y empresas de mantenimiento.

Revista del Ministerio de
Fomento

VIADUCTOS SINGULARES DEL SIGLO XXI (FERROCARRIL)

MONOGRÁFICO
Julio-Agosto 2014

PVP: 6 €

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

SOLICITE SU EJEMPLAR EN TELF. : 91 597 53 85 / 53 91
Por fax: 91 597 85 84 (24 horas)
Por correo electrónico: cpublic@fomento.es

En servicio el recorrido Polopos-Albuñol, el más largo de la A-7 en la costa granadina

El tramo más complejo

La traza discurre por una sucesión de ramblas y barrancos junto a la costa.

Javier R. ventosa. Fotos: DCE Andalucía Oriental

La conexión de gran capacidad entre Granada y Almería está más cerca de ser una realidad tras la reciente apertura del tramo Castillo de Baños (Polopos)-Albuñol de la autovía del Mediterráneo (A-7), de 15,3 km de longitud. El trazado atraviesa un terreno muy accidentado y geotécnicamente muy complejo de la Costa Tropical granadina que ha obligado a llevar a cabo un importante esfuerzo inversor y de ingeniería en los últimos años.

El nuevo tramo, puesto en servicio el pasado 23 de diciembre por la ministra de Fomento, Ana Pastor, constituye un relevante paso en el proyecto de comunicar por una vía de gran capacidad las ciudades de Málaga, Granada y Almería y sus costas del Sol, Tropical y de Almería, que albergan importantes centros urbanos, turísticos y hortofrutícolas. Se trata de una actuación prioritaria del Ministerio de Fomento, contemplada en el programa de inversiones del Plan de Infraestructuras, Transporte y Vivienda (PITVI), que está destinada a "zanjar una deuda histórica" con Andalucía y que dará "un impulso a la actividad social, económica y turística" de la zona, en palabras de la ministra.

El flamante recorrido de autovía conforma la parte más oriental del itinerario de la A-7 en la Costa Tropical granadina, uno de los tramos más complejos de las carreteras españolas, que lleva años en obras. En el año 2014, tras una inversión global en obras de 560 M€, han entrado en servicio cuatro tramos de este itinerario (Puntalón-Carchuna, Taramay-Lobres, Lobres-Guadalfeo y el reciente Castillo de Baños-Albuñol, que suman 31 nuevos kilómetros de autovía en Granada), con lo que apenas quedan otros dos tramos en obras para cerrarlo (La Gorgoracha-El Puntalón y Carchuna-Castell de Ferro). El Ministerio de Fomento se ha comprometido a concluir la autovía A-7 en Granada durante el presente año.

La puesta en servicio de estos 15,3 kilómetros de autovía supone para los usuarios una alternativa mucho más rápida, cómoda y segura frente al tránsito por la carretera N-340, que discurre zigzagueante por la costa. Los más de 7.000 vehículos que de media circulaban por este tramo de la carretera nacional –con puntas muy superiores en los meses estivales y un porcentaje del 7% de vehículos pesados– ya se benefician de esta nueva infraestructura, hacia la que se ha trasvasado el tráfico de largo recorrido, dejando la N-340 como una vía para tráficos locales.

Tramo difícil

La construcción del tramo, encomendada a Ferrovial-Agromán, ha sido una tarea muy difícil. Si la ejecución de la A-7 en la costa granadina está considerada como una obra de complejidad extrema, debido al terreno abrupto por donde discurre, ese escenario se ha visto dificultado aún más en este caso por la concurrencia de factores como la adversa geotecnia, hasta el punto de que la ministra de Fomento lo ha calificado como "el tramo más complicado de España desde el punto de vista geotécnico". El mal comportamiento del terreno, con importantes deslizamientos de tierras y deformaciones en los taludes, que ha afectado incluso a los túneles, ha demorado los plazos y ha obligado a introducir modificaciones respecto al proyecto original, entre ellas cambios en la planta del trazado durante varios kilómetros, la sustitución de viaductos por terraplenes, el reforzamiento de medidas de sostenimiento de los túneles, la estabilización de laderas y taludes o el replanteo del drenaje, entre otras.

Todas estas medidas han tenido su reflejo en el presupuesto de inversión de la obra, que asciende a la cantidad de 247 M€, que sumada al coste de redacción del proyecto, al importe estimado de las expropiaciones (más de 100 M€) y a la asistencia técnica para el control y la vigilancia de la obra arroja una inversión total de 354 M€, la más elevada de los tramos de la A-7 en Granada. Esta actuación se ha ejecutado bajo la modalidad del método alemán, que consiste en el abono total del precio al término de la obra.

Trazado

El tramo tiene su origen a continuación del puente sobre la rambla del Acebuchar, en Castillo de Baños, donde conecta con el tramo previo de la A-7 Castell de Ferro-Castillo de Baños, y finaliza aproximadamente un kilómetro después del paso sobre la rambla de Albuñol, próximo a la localidad de La Rábita, entroncando aquí con el tramo en servicio de la A-7 Albuñol-Adra, ya en la provincia de Almería. El trazado se desarrolla al norte de la N-340, en sentido oeste-este y sensiblemente paralelo a esta carretera, que discurre junto al litoral, y sobrepasa las localidades costeras de La Mamola, Los

Magnitudes de obra (Tramo Polopos-Albuñol)

Excavación desmonte	13.163.557 m³
Excavación de túneles	254. 734 m³
Formación de terraplén	12.323.626 m³
Acero en estructuras	4.704.878 kg
Hormigón armado, en masa y proyectado	346.392 m³

Tramo de acceso a uno de los túneles del tramo, en un paisaje de invernaderos de plásticos.

Yesos, Melicena y El Saltadero. Atraviesa un terreno de relieve abrupto, con una sucesión de barrancos y ramblas, a través de un paisaje con importantes zonas de invernaderos.

El trazado se inicia poco después del enlace de Polopos, de tipología de diamante con un paso sobre la autovía, y salva la primera rambla, la de Hazo de Trigo, mediante un viaducto de 160 m. Posteriormente se sitúa el túnel de La Guapa, que cruza el alto de divisoria entre esta rambla y la contigua de Cautor, que es cruzada por otro viaducto. Más adelante se dispone el paso sobre la rambla de Barriales mediante dos terraplenes que sustituyen a sendos viaductos del proyecto original, así como la rambla de los Yesos mediante otra estructura.

Entre los pk 4+600 y pk 5+600 la traza discurre al norte de la localidad de Los Yesos, en una zona a media ladera, con presencia de desmontes y terraplenes de importancia que han obligado a adoptar calzadas a distinto nivel, muros en desmonte y mediana y muros de escollera, entre otros. Tras salvar el barranco del Muerto mediante otro terraplén, la traza alcanza el paraje de Los Ramoncillos, que se cruza en túnel, y se sitúa al norte de Melicena, en otra zona con desmontes y terraplenes de importancia, hasta alcanzar Punta Negra. Desde aquí, nuevamente entre un paisaje de invernaderos y tras cruzar la rambla de Castellón y los barrancos de Cañahonda y Chilches, el trazado, en descenso, se sitúa sensiblemente en paralelo a la N-340, salva la rambla de Albuñol mediante un viaducto y finaliza en el enlace de Albuñol, de tipología de diamante, que incorpora dos nuevas glorietas respecto al proyecto original.

Características, estructuras y túneles

El nuevo tramo de autovía, cuyo tronco mide 15,3 kilómetros (a los que hay que sumar otros 4,3 kilómetros de ramales), presenta radios mínimos de 450 metros y una pendiente máxima del 5%, siendo la velocidad de proyecto de 100 km/h. La sección del tronco está formada por dos calzadas con dos carriles de 3,50 metros cada una, arcenes exteriores de 2,50 metros e interiores de 1,50 metros, mientras que la mediana tiene una anchura variable entre 2 y 8 metros, dependiendo de las zonas. En cuanto al firme, que se ha dispuesto sobre una explanada E3, está formado por 25 cm de zahorra artificial y tres capas de 15, 6 y 4 centímetros de mezclas bituminosas en caliente para las capas base, intermedia y de rodadura, respectivamente.

A lo largo del tramo se han construido un total de 20 estructuras entre viaductos y pasos superiores e inferiores. En concreto, el nuevo trazado dispone de cuatro viaductos: Hazo de Trigo (160 m), Rambla del Cautor (240 m), Rambla de Albuñol (20 m) y Enlace de Albu-

Viaducto de la Rambla de Cautor y boca del túnel de La Guapa.

ñol (193 m). Se trata de una cifra menor a la prevista en el proyecto original, con la que se ha evitado la cimentación de estructuras en laderas situadas a media pendiente con objeto de mejorar la seguridad. Asimismo, se han construido 15 pasos inferiores y un paso superior para propiciar la permeabilidad de los caminos existentes en la zona. En el capítulo de estructuras, además, se han ejecutado en varios puntos de la traza 17 muros para mejorar la estabilización de laderas, entre ellos 6.243 m^2 de muros de suelo reforzado. Asimismo, el drenaje transversal del tramo está formado por 39 obras de distinto tipo.

En cuanto a los túneles, el trazado incorpora dos subterráneos: La Guapa (500 m) y Los Ramoncillos (700 m). Se trata de túneles formados por sendos tubos dobles, excavados en mina, que incluyen en sus extremos falsos túneles para conseguir una mayor integración en el paisaje y mejorar la estética. En ambos subterráneos, el mal comportamiento geotécnico del terreno durante la obra ha obligado a variar el sistema constructivo e implantar medidas de sostenimiento especiales para contener el macizo rocoso y garantizar la seguridad. Los túneles, por otra parte, incorporan las medidas de seguridad previstas en el Real Decreto 635/2006 (Requisitos mínimos de seguridad en los túneles de carreteras del Estado). Su seguridad es supervisada las 24 horas desde el centro de control de túneles de La Herradura, que vigila los ocho subterráneos de la autovía del Mediterráneo existentes entre Nerja y Almería.

La puesta en servicio de estos 15,3 km de autovía supone una alternativa mucho más rápida, cómoda y segura frente a la N-340

Integración ambiental

El presupuesto destinado a las medidas de integración ambiental del tramo Castillo de Baños-Albuñol se ha elevado a 1,2 M€. Entre estas medidas preventivas

Autovía del Mediterráneo (A-7). Tramo Nerja-Albuñol

Tramo	Longitud (km)	Estado
Nerja-La Herradura (Almuñécar)	9,6	En servicio
La Herradura-Taramay (Almuñécar)	9,1	En servicio
Taramay-Lobres (Salobreña)	7,7	En servicio
Lobres-Guadalfeo	2,3	En servicio
Guadalfeo-La Gorgoracha	4,7	En servicio
La Gorgoracha-El Puntalón (Motril)*	9,2	En ejecución
El Puntalón-Carchuna	6,1	En servicio
Carchuna-Castell de Ferro	10,1	En ejecución
Castell de Ferro-Castillo de Baños (Polopos)	4,5	En servicio
Castillo de Baños-Albuñol	15,3	En servicio

**En servicio 3'1 km del acceso al puerto de Motril*
Fuente: Demarcación de Carreteras del Estado en Andalucía Oriental

La A-7 en Granada, al 80%

El tramo de la A-7 en la Costa Tropical granadina comprendido entre Nerja y Albuñol es el último que falta para completar esta infraestructura de gran capacidad en Andalucía. Su trazado, de 79 kilómetros, está operativo al 80%, con ocho tramos en servicio (63 km) y dos en ejecución (16 km). Los dos tramos que restan son los siguientes:

La Gorgoracha-El Puntalón. *Tramo que completará la circunvalación de Motril por el este, conectando también con la autovía A-44. Con una longitud de 9,2 km, ya están en servicio 3,1 km correspondientes al acceso al puerto de Motril, operativos desde marzo de 2014. Discurre por un terreno de geología y geotecnia muy complicadas que ha obligado a importantes esfuerzos de ingeniería. Sus principales estructuras son tres viaductos: sobre el barranco de las Provincias (262 m), de Pontes 1 (152 m) y Pontes 2 (216 m). El tramo, que supera ya el 93% de ejecución, entrará en servicio la próxima primavera, según las previsiones del ministerio.*

Carchuna-Castell de Ferro. *Este tramo de 10,2 km de longitud atraviesa igualmente por terrenos con problemas geológicos y geotécnicos que han requerido importantes trabajos de estabilización de taludes. Como principales estructuras destacan cuatro viaductos sobre barrancos y ramblas (Chozón, Torilejo, Zacatín y Gualchos), así como un túnel (El Romeral). También incluye un enlace en Castell de Ferro para conectar con el tramo Castell de Ferro-Castillo de Baños de la A-7. De acuerdo a las previsiones, el tramo entrará en servicio a finales del próximo verano.*

La A-7 discurre en paralelo a la carretera N-340, aunque más alejada de la costa.

Bocas del túnel de Los Ramoncillos (700 m), el más largo del tramo.

y correctivas del impacto ambiental destacan las siguientes:

- Protección y adecuación de las vías pecuarias Colada del Haza de Trigo, Colada de Hortichuela, Colada de los Yesos, Colada del Camino de Motril y Cuesta de los Olivos.
- Revegetación de taludes de terraplén y desmonte, así como otras superficies de las márgenes de la autovía, con un total de 644.000 m^2 de superficie.
- Plantación de 40.068 arbustos y 13.951 árboles, así como más de 54.000 unidades de especies vegetales, entre ellas algunas protegidas. De especial relevancia ha sido la recuperación de poblaciones de *Maytenus senegalensis*, un arbusto espinoso de hasta un metro de altura que crece en suelos pedregosos, barrancos y lugares protegidos de la costa granadina, y que presenta un elevado grado de vulnerabilidad. En total, se han reproducido más de 50.000 unidades de este arbusto y se han trasplantado otras 1.000 unidades.
- Instalación de 2.135 m^2 de pantallas de protección contra el ruido en varios puntos de la traza, como El Saltadero y el barrio de Vista Alegre de La Rábita. ▮

Arquitectura

Navarro Baldeweg Asociados. Foto: Paolo Roselli

Navarro Baldeweg, Premio Nacional de Arquitectura 2014

La investigación como fórmula

Navarro Baldeweg Asociados. Foto: Andreas Muhs

▶ *En la página opuesta, edificio Novartis (Basilea). Arriba, patio e interior de la biblioteca Hertziana de Roma.*

Navarro Baldeweg Asociados

Pepa Martín Mora

La contribución de Juan Navarro Baldeweg a la reciente historia de la arquitectura y pintura españolas le han hecho merecedor del Premio Nacional de Arquitectura 2014 otorgado por el Ministerio de Fomento, un galardón con el que el jurado ha venido a reconocer su dilatada y siempre brillante trayectoria profesional.

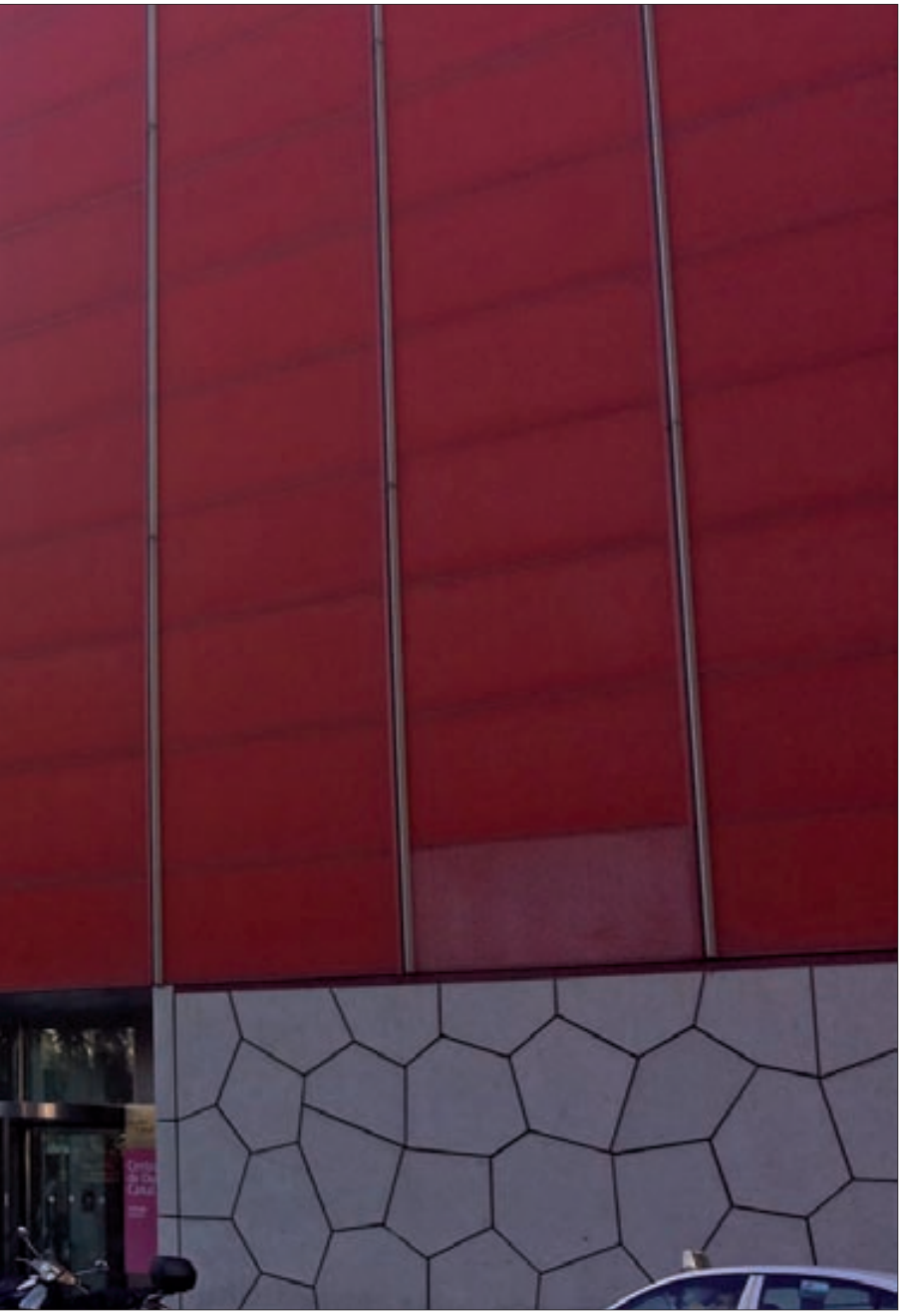
Académico numerario de la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando y Honorary Fellow del American Institute of Architects, entre otras muchas distinciones, el arquitecto y artista plástico santanderino ve reconocida una vez más su carrera profesional, en esta ocasión con el Premio Nacional de Arquitectura 2014, un galardón que concede el Ministerio de Fomento con el fin de destacar la labor de quienes con su trabajo o el conjunto de su obra hayan contribuido al enriquecimiento de los aspectos sociales, tecnológicos y sostenibles de la arquitectura y el urbanismo español tanto dentro como fuera de nuestras fronteras.

Navarro Baldeweg asegura sentirse "muy feliz" con este galardón, dada su trascendencia. "Paso a estar –asegura– en la lista de los arquitectos más valorados de este país, lo que me llena de orgullo, teniendo en cuenta además que es un premio muy antiguo, que se viene otorgando desde 1932 y en cuyo historial están muchos de mis maestros, y además ahora con una visión mucho más amplia, porque se premia el conjunto de la obra, todo lo que conforma la trayectoria profesional de un arquitecto".

La candidatura del arquitecto cántabro, presentada a propuesta de la Universidad Politécnica de Madrid, la Fundación ICO y la Fundación Caja de Arquitectos, ha sido seleccionada por unanimidad entre los distintos miembros del jurado de entre las trece presentadas por distintas organizaciones o instituciones vinculadas a la arquitectura, el urbanismo y las bellas artes, en reconocimiento a su larga trayectoria, y por su contribución a la historia de la arquitectura y pintura españolas.

A todos quiere agradecerles el galardón, tanto a los miembros del jurado como a las instituciones que le han propuesto para el premio, dada la vinculación profesional que ha tenido en algún momento de su trayectoria con cada uno de ellos, y que parece también haber ahondado en lo personal dadas las palabras de reconocimiento que les dedica. Es el caso del presidente del jurado, Antonio Fernández Alba, por poner un ejemplo, con quien Navarro Baldeweg dio sus primeros pasos en la Escuela de Arquitectura de Madrid, institución a la que siempre ha estado muy unido y a la que también está muy agradecido por la propuesta del galardón.

El jurado del premio ha resaltado la dimensión artística de la obra de Baldeweg y su aportación al pensamiento arquitectónico



Fachada del edificio de los teatros del Canal de la Comunidad de Madrid.

Según se refleja en el acta del jurado tras otorgarle el premio, la concesión de este reconocimiento "es un testimonio de admiración a una trayectoria ejemplar, tanto por su trabajo múltiple y diverso, cuya obra es una representación modélica de la dimensión artística del arquitecto, como por sus aportaciones al pensamiento arquitectónico y a la enseñanza de la disciplina" para añadir que "a su vasta obra arquitectónica se une su condición de artista plástico, esencial para entender la reciente historia de la pintura española".

El jurado que le ha otorgado el premio ha estado compuesto en esta edición por el arquitecto ya mencionado Antonio Fernández Alba, Carlos Ferrater, y LLuis Clotet, estos dos últimos también Premio Nacional de Arquitectura; Fernando de Terán, miembro de la Real Academia de Bellas Artes; Luis Fernández Galiano, de la Federación de Asociaciones de Periodistas de España; Blanca Lleó, de la Conferencia de Rectores de las Universidades de España; Carmen Pinós, del Consejo Superior de los Arquitectos de España, y Juan Van-Halen, director general de Arquitectura, Vivienda y Suelo del Ministerio de Fomento, en calidad de secretario.

Galardones

Con la concesión del Premio Nacional de Arquitectura, Navarro Baldeweg cierra uno de los años más brillantes de toda su carrera profesional, al haber recibido también en 2014 el Premio Nacional de Arquitectura de Italia y el galardón de la XII Bienal Española de Arquitectura y Urbanismo por su obra Biblioteca Hertziana en Roma.

Cuenta además, entre otros reconocimientos, con el Premio Nacional de Artes Plásticas 1990, el Premio de Arquitectura del Ayuntamiento de Madrid 1993, el Premio Internacional Arquitectura de Piedra de Verona 1993, la Medalla de Oro Heinrich Tessenow 1998, el Premio a la Actuación Temporal del Ayuntamiento de Madrid 2003, la Medalla de Oro al Mérito en las Bellas Artes 2007, la Medalla de Oro de la Arquitectura del Consejo Superior de los Arquitectos de España 2008, el Premio de Arquitectura en la X Bienal Española de Arquitectura y Urbanismo 2009, el Premio a la Trayectoria de la VIII Bienal Iberoamericana de Arquitectura y Urbanismo 2012, y el Premio Gubbio de ese mismo año.

Es autor, entre otras obras, de la Casa de la Lluvia de Santander, de 1982; el Centro Cultural y Museo Hidráulico en los Molinos del Río Segura, en Murcia, de 1988; el Centro de Servicios Sociales y la Biblioteca Puerta de Toledo de Madrid, de 1992; en el mismo año firma también el Palacio de Festivales de Salamanca y el Centro de Congresos de Salzburgo; el Museo y Centro Cultural Salvador Allende de Santiago de Chile, de 1993; la sede de las Consejerías para la Junta de Extremadura, en Mérida, en 1995; el Centro Woolsworth en la Universidad de Princeton, en 1997; el Museo de Altamira, en 2001; los Teatros del Canal de Madrid, en 2012, o la Biblioteca Hertziana, en Roma, en 2013.

Perfil

Nacido en 1939 en Santander, Navarro Baldeweg ha reconocido que fue pintor antes que arquitecto. De hecho, primero realizó estudios de dibujo y pintura en su ciudad natal entre los años 1951 y 1956, y se graduó en la Escuela de Bellas Artes de San Fernando de Madrid en 1960, para graduarse posteriormente en 1965

en la Escuela Superior de Arquitectura de Madrid, en la que también se doctoró en 1969 y de la que es catedrático emérito de Proyectos desde 1977.

Ya de niño acudía a clases de dibujo en una academia que preparaba el ingreso en Bellas Artes, y a la que también asistían estudiantes que querían cursar arquitectura. Esto se añade a que su padre, de profesión médico, pintaba por afición, hecho que sin duda alguna consiguió despertar su vocación artística.

El trabajo de Baldeweg ha sido relacionado con el de otros arquitectos contemporáneos, como Álvaro Siza o Rafael Moneo

Considerado un proyectista atípico, él mismo asegura no ser un arquitecto formalista; si tuviera que calificar su obra asegura que en toda ella hay algo de laboratorio. "En todos mis proyectos, que son muy distintos unos de otros, plasmo esa inquietud que tengo por comprobar y experimentar con el resultado de mis investigaciones, pero aplicando mi sentido creativo y mi visión artística a la arquitectura", y añade que "está en torno a esa definición de que la arquitectura tiene que ligarse a la naturaleza en un sentido profundo y omnipresente, no solo como paisaje, sino como algo que nos constituye".

Premiados

El Premio Nacional de Arquitectura se constituyó en el año 1932, pero por aquel entonces el objetivo era galardonar una obra concreta, y no un arquitecto, que es el criterio que se aplica desde el año 2001.

Año	Premiado
2001	José Antonio Corrales
2002	Miguel Fisac
2003	Antonio Fernández Alba
2004	Matilde Ucelay Maortúa
2005	Santiago Calatrava
2006	Oriol Bohigas
2007	No concedido
2008	No concedido
2009	Carlos Ferrater
2010	Lluis Clotet
2011	No concedido
2012	No concedido
2013	No concedido
2014	Juan Navarro Baldeweg

Navarro Baldeweg Asociados. Foto: Javier Azurmendi

▶ *Interior del Palacio de Exposiciones y Congresos de Castilla y León, en Salamanca.*

En sus inicios pasó muchos años dedicado solamente al arte y cuando empezó a proyectar edificios tenía ya casi cuarenta años. Fue a la vuelta de su experiencia en EE. UU., donde disfrutó durante cinco años de una beca de investigación en arte y arquitectura en el Instituto de Tecnología de Massachusetts. De hecho, no abrió su primer estudio de arquitectura hasta la década de los 80, en la calle Serrano de Madrid, desde donde lo trasladó al madrileño barrio de Cruz del Rayo y de ahí a la colonia Parque-Residencia.

Su trabajo arquitectónico ha sido relacionado con el de contemporáneos como Álvaro Siza o Rafael Moneo, compartiendo con el primero su interés por la integra-

Edificio del Museo de Altamira, en Santillana del Mar (arriba), y Centro Cultural y Museo Hidráulico de Murcia.

ción formal y compositiva de la arquitectura contemporánea en las escalas y ritmos de los entornos en que se inscribía, y con el segundo su interés por las evocaciones racionalistas de contextos históricos clásicos y escandinavos.

Ha simultaneado su carrera como arquitecto con el estudio y la práctica de la pintura y también de la escultura, trabajos que la crítica ha relacionado con las vanguardias artísticas del siglo XX y con líneas de tradición arcaica. En su trayectoria como pintor su obra ha sido merecedora de numerosas exposiciones, tanto individuales como colectivas, en España, Europa y EE. UU. Son conocidas la instalación de *Luz y Metales*

De la Casa de la Lluvia al Instituto Maragall

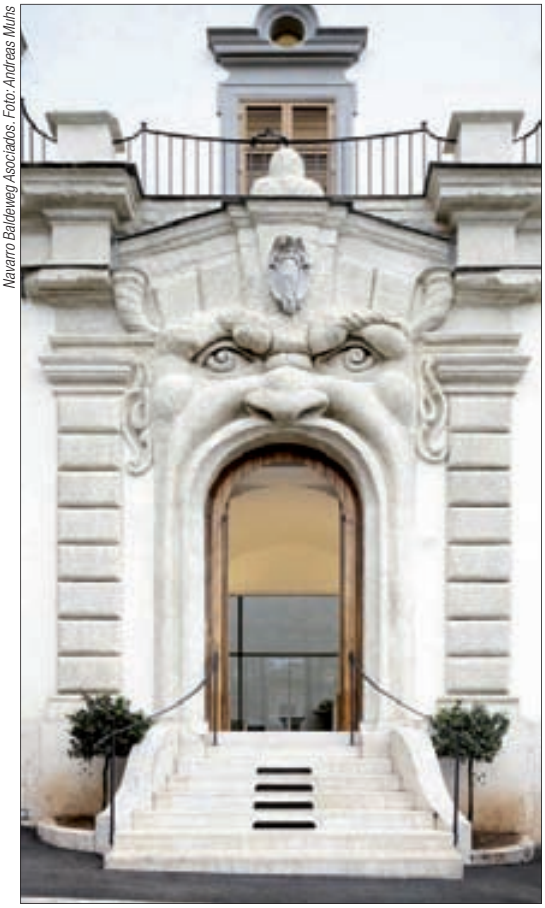
Una de sus obras más conocidas es precisamente con la que inicia su brillante trayectoria arquitectónica, una casa de campo en las colinas de Cantabria, en el Alto de la Hermosa, Liérganes, construida por encargo de su hermano y a la que llamó la Casa de la Lluvia por las condiciones climatológicas de la zona.

Se trata de una casita de piedra con un tejado de dos aguas, en un terreno que domina un valle verde que se abre al oeste y desde donde se puede contemplar el mar en la lejanía y en la que asegura haber materializado todo el trabajo de sus cinco años en el Instituto Tecnológico de Massachusetts, un buen ejemplo, por lo tanto, de ese aspecto experimental que asegura tiene su obra.

Si hablamos de cuáles son para él sus proyectos más importantes, asegura que no puede contestar a ello porque "es como elegir a quién quieres más entre tus hijos". Sin embargo, sí destaca por la gran repercusión que ha tenido en Italia, y que de hecho le ha servido para ser el arquitecto del año en ese país, la Biblioteca Hertziana de Roma, además del Palacio de Festivales de Salamanca, por la gran acogida que obtuvo entre la crítica y que en su día fue puesta en valor por el historiador de arquitectura William J. R. Curtis.

Asegura seguir en activo con sus numerosas ocupaciones, y además de dirigir las tesis doctorales de los alumnos de la Escuela de Arquitectura, o impartir conferencias por todo el mundo, sigue acometiendo nuevos proyectos en los que plasmar el resultado de su experimentación, como es el Instituto para la Investigación del Alzheimer Pascual Maragall o el nuevo edificio para la Universidad Pompeu Fabra, ambos edificios en Barcelona.

Navarro Baldeweg Asociados. Foto: Andreas Muhs



Navarro Baldeweg Asociados. Foto: Duccio Malagamba

▶ *En la columna de la izqda., fachada de la biblioteca Hertziana. A la drcha., biblioteca Pedro Salinas de la Comunidad de Madrid (arriba), e Instituto del Conocimiento Amersfoort, en Holanda.*

de 1976 y la *Hidraúlica doméstica* para la Trienal de Milán de 1986.

Precisamente, en estos momentos en el Museo ICO, que es una de las instituciones que le propuso para el galardón, se puede conocer una muestra de su trabajo a través de la exposición "Un zodíaco", en la que se presenta su original obra arquitectónica y en la que se puede apreciar que tiene su origen en esa actividad polifacética desarrollada en los ámbitos de la pintura, la escultura y la instalación.

La exposición contiene numerosos dibujos, fotografías, maquetas, esculturas y piezas que dieron forma a más de treinta obras realizadas, así como algunos proyectos de concurso que dan idea de un programa creativo vital unitario y una capacidad singular para transitar por diversos medios expresivos. Este gran programa vital queda ordenado en la exposición, integrando lo cronológico y el zodiaco conceptual que aúna el conjunto de sus obras.

Con motivo de la muestra se ha publicado un catálogo con ensayos de importantes críticos de arte como Simón Marchán, además de estudios específicos sobre muchos de sus proyectos, y se puede visitar con guías comentadas, además de las correspondientes actividades educativas para familias y escolares.

Preocupado por la crisis actual, Navarro Baldeweg señala la necesidad de incentivar y abrir caminos que motiven a los arquitectos a buscar la oportunidad de asentarse en nuestro país: "Es muy doloroso y preocupante –asegura– ver cómo arquitectos jóvenes muy bien formados se van de España para sobrevivir, aunque afortunadamente la arquitectura española está muy bien valorada en todo el mundo". ■

2015

Mapa Oficial de Carreteras©

ESPAÑA

50ª Edición

Incluye:

Contenido

- *Cartografía (E. 1:300.000 y 1:1.000.000)*
- *DVD interactivo actualizable vía web (windows 7 o superior)*
- *Caminos de Santiago en España*
- *Alojamientos rurales*
- *Guía de playas de España*
- *Puntos kilométricos*
- *Índice de 20.000 poblaciones*
- *Mapas de Portugal, Marruecos y Francia*

ISBN: 978-84-498-0990-3
NIPO: 161-14-116-1
D.L.: M-24112-2014

GOBIERNO DE ESPAÑA | MINISTERIO DE FOMENTO

Copyright. Prohibida la reproducción total y parcial, incluso el volcado del contenido a cualquier soporte incluyendo sistemas de recuperación de información, ni servir de base para una aplicación distinta o funciones añadidas, sin expresa autorización escrita del propietario del Copyright.

Edición 50
P.V.P.: 22,74 €

También en el DVD:

1100 Espacios Naturales Protegidos
152 Rutas Turísticas
116 Vías Verdes

Centro virtual de publicaciones
Librería virtual y descarga de publicaciones oficiales
www.fomento.gob.es

El primer tren de mercancías España-China, prueba piloto para un camino de futuro

La ruta ferroviaria más larga del mundo

Begoña Olabarrieta. Fotos: Adif

El pasado 9 de diciembre la estación madrileña de Abroñigal recibía a *Yixinou*, un convoy de mercancías que llegaba directamente de una de las regiones industriales más importantes de China. Atrás quedaban 13.000 kilómetros de camino, atravesando 8 países, con distintos cambios de locomotora y de anchos de vía. Todo un desafío para evaluar la viabilidad de la ruta ferroviaria más larga del mundo y que da un espaldarazo a la apuesta de fomentar el tráfico de mercancías por tren en España.

Yixinou (contracción en mandarín de Yiwu, Xinjiang y Europa) se ha convertido en el primer convoy que ha atravesado la ruta ferroviaria más larga del mundo. Su origen fue Yiwu, en la costa este de China, una de las zonas fabriles más importantes de ese país, y su destino la terminal logística de Madrid Abroñigal, la mayor terminal de contenedores de transporte terrestre de España.

Allí lo recibía la ministra de Fomento, Ana Pastor, quien destacaba la importancia del convoy y de la ruta, no solo por ser un hito en las relaciones hispano-chinas, sino también por la apuesta del ferrocarril de mercancías como modo de transporte de máxima fiabilidad.

Alrededor de 13.000 kilómetros de camino, 21 días de viaje atravesando, además del país asiático, Kazajistán, Rusia, Bielorrusia, Polonia, Alemania y Francia hasta entrar en España por Irún; con 40 contendores a bordo, 10 de los cuales se quedaron en Brest, en la frontera Bielorrusa. El 9 de diciembre *Yixinou* descargaba sus últimos 30 contendores en el *hub* madrileño con un ahorro estimado de más de 10 días con respecto a ese mismo transporte por vía marítima.

Prueba piloto

Un primer viaje directo China-España, a modo de ensayo piloto, posible gracias a la colaboración, además de los Gobiernos español y chino a través de sus respectivas embajadas, de los ministerios de Fomento, Asuntos Exteriores y Hacienda (por medio de la Agencia Tributaria, a cuyo recinto aduanero llegó el tren), así como de las distintas empresas implicadas en el transporte ferroviario, InterRail IRS, DB Schenker Rail y la española Transfesa.

Tras 21 días, el Yixinou entró en España, donde recorrió los 645 km del Corredor Atlántico que discurren por nuestro país.

El resultado de esa apuesta conjunta fue un convoy con un peso bruto de 1.400 toneladas, que tuvo que cambiar de locomotora aproximadamente cada 800 kilómetros y en el que hubo que llevar a cabo operaciones de cambio de ancho de vía y de trasvase de contenedores entre composiciones, en las ciudades fronterizas de Dostyk (Kazajistán), Brest (Bielorrusia) e Irún (España). Una complejidad técnica derivada de la envergadura de la ruta y de los distintos países a atravesar.

Este primer viaje supone un hito no solo en las relaciones comerciales entre China y España, sino también en el panorama ferroviario internacional

En parte de su camino *Yixinou* utilizó el Corredor Atlántico de Mercancías, impulsado por la Unión Europea, desde Mannheim (Alemania) hasta Madrid (en total 1.818 kilómetros, de los que 645 discurren por España); una vía cuya ventanilla única, para agilizar y simplificar el acceso a la red e impulsar los tráficos internacionales, es gestionada por Adif.

Pero, además, el papel del operador español en esta iniciativa fue gestionar su circulación –como la de cual-

Impulso a las relaciones comerciales

El pasado mes de septiembre, el presidente español, Mariano Rajoy, visitaba China para impulsar las relaciones comerciales entre ambos países. Su homólogo chino, el presidente, Xi Jinping, le transmitía entonces su interés por la puesta en marcha de un servicio ferroviario entre ambos países, con vistas a establecer una nueva vía para el comercio.

Meses después, con la apertura piloto de la ruta ferroviaria más larga del mundo y con la llegada del convoy Yixinou *se abre un nuevo futuro para incrementar un comercio pujante y en alza.*

Actualmente, las relaciones comerciales de España con China son de gran importancia, principalmente desde el punto de vista de las importaciones, ya que es el país no europeo del que más mercancías importamos, fundamentalmente bienes de consumo (teléfonos móviles, confección y calzado), seguidos de productos industriales y bienes de equipo.

Pero también del lado de las exportaciones, dado que China aparece en el puesto 13.º como receptor de productos españoles, el primero de Asia. Estas exportaciones se centran en un 72% en materias primas, productos industriales (farmaquímica) y bienes de equipo (partes y accesorios de automóviles).

La ministra de Fomento recibió al "tren chino" a su llegada a Madrid.

Radiografía de una gesta sin precedentes

Duración del viaje: *21 días de trayecto.*

Kilómetros recorridos: *13.000 km, distancia entre Yiwu y Madrid. Esta longitud es superior a la suma de recorridos de los conocidos trenes Transiberiano y Expreso de Oriente (12.250 km); supone más del 85% del total de la red ferroviaria española (incluidas red convencional, de ancho métrico y de alta velocidad), y solo podría ser superada por un hipotético servicio ferroviario, en la actualidad inexistente y prácticamente imposible, entre Anchorage (Alaska, Estados Unidos) y Usuhaia (Argentina).*

Países atravesados: *China, Kazajistán, Rusia, Bielorrusia, Polonia, Alemania, Francia y España.*

Lugares de cambio de ancho o transbordo de mercancías:

Dostyk, frontera con Alashankou (China)

Brest (Bielorrusia), frontera con Malaszewicze (Polonia)

Irún (España), frontera con Francia.

Fecha de llegada a España: *6 de diciembre, a Irún (Guipúzcoa).*

Fecha de llegada a destino: *9 de diciembre, a Madrid, terminal logística de Abroñigal, la mayor terminal de contenedores de España.*

Número de contenedores transportados: *40 hasta Brest, y 30 desde Brest hasta España.*

quier otro tren que circula por la red ferroviaria española–, así como diversas operaciones a su paso por las estaciones logísticas de Adif de Irún y Madrid Abroñigal, que se llevaron a cabo satisfactoriamente.

En Irún, Adif procedió a realizar el traslado de contenedores de una composición a otra, ya que el tren llegaba procedente de Francia con ancho internacional, pero no hubo que realizar cambio de ejes. Posteriormente, el tren llegó a la terminal de Madrid Abroñigal, donde se realizó la descarga e inspección de los contenedores para, posteriormente, ser trasladados en camiones a su punto de destino.

.\ Un hito para el transporte

Aunque esta nueva ruta no es la única que nace con la vocación de unir un país europeo con China (ya existen dos servicios regulares entre Alemania y el país asiático), la iniciativa supone un hito, no solo en las relaciones comerciales, sino también en el panorama ferroviario internacional, al poner de manifiesto la capacidad del tráfico transfronterizo de mercancías por ferrocarril como modo de transporte de la máxima fiabilidad, versátil, respetuoso con el medio ambiente y competitivo.

De hecho, el Ministerio de Fomento ha puesto en marcha una estrategia logística integral para mejorar la eficiencia y sostenibilidad del sistema de transporte, desarrollar una red intermodal y potenciar el papel

El Yixinou *tuvo que cambiar de locomotora cada 800 km aproximadamente.*

Instalaciones logísticas

Irún y Madrid Abroñigal, las dos estaciones de contacto en España a la llegada del primer tren de mercancías directo desde China, prestan servicio las 24 horas del día durante todo el año.

Irún, como punto de entrada a España, es una infraestructura nodal clave para el transporte de mercancías por ferrocarril en la Unión Europea, garantizando la permeabilidad entre las redes española y francesa mediante la transferencia de contenedores entre composiciones; operaciones que se desarrollan en un tiempo medio de cuatro horas y que son efectuadas de forma directa por Adif.

Por su parte, las instalaciones intermodales de Adif de Madrid Abroñigal, destino final del "tren chino", gestionan el mayor volumen de contenedores transportados por vía terrestre de la Península Ibérica, por lo que constituyen el principal hub *de nuestro entorno. Al igual que el de Irún, este centro permite la recepción y expedición de trenes a cualquier hora del día todos los días del año.*

Además, como recinto aduanero habilitado por la Agencia Tributaria, Madrid Abroñigal dispone también de ADT-Lame, herramienta fundamental para la importación y exportación de mercancías, lo que posibilita que gestione tránsitos de este tipo ligados al tráfico marítimo con terceros países, cada vez más numerosos.

Con el convoy procedente de China, Abroñigal gestionaría de nuevo tránsitos aduaneros de origen continental, pero en este caso sin emplear puertos de entrada en la Península Ibérica.

La experiencia podría dar como resultado el establecimiento de un corredor ferroviario estable

de España como hub de mercancías, a través de tres líneas de actuación: regulación, control y supervisión; gestión y prestación de servicios, y actuación inversora.

Por el momento, los resultados de este primer viaje, de carácter experimental, están siendo ahora evaluados para el posible desarrollo de un corredor ferroviario de mercancías estable y bidireccional entre España y China, la mayor potencia económica mundial.

De este modo, la consolidación de un corredor ferroviario entre Yiwu y la terminal logística de Madrid Abroñigal, además de una nueva vía de conexión, supondría un nuevo canal para la exportación e importantes oportunidades de negocio.

Si la evaluación fuera positiva, la idea es abrir esa línea regular para que estuviera operativa a partir de la primavera de 2015. Por el momento, se están analizando opciones y oportunidades concretas, entre ellas instaurar la línea ya recorrida por *Yixinou*, o emplear las rutas ya existentes entre Madrid y Alemania, y a partir de ahí aprovechar las conexiones directas que ya existen entre ese país y China. Aún habrá que esperar para conocer la decisión final. ▮

Revista del Ministerio de
Fomento

VIADUCTOS SINGULARES DEL SIGLO XXI

(CARRETERAS)

MONOGRÁFICO
Julio-Agosto 2013

PVP: 3 €

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

SOLICITE SU EJEMPLAR EN TELF. : 91 597 53 85 / 53 91
Por fax: 91 597 85 84 (24 horas)
Por correo electrónico: cpublic@fomento.es

Transporte

Jaime Arruz

El futuro del sector del transporte pasa irremediablemente por fuentes energéticas alternativas, que entrañen menos costes ambientales y económicos. Ya se están implantando paulatinamente en el sector de la automoción y en los próximos años se extenderán mucho más. Entre ellas, los vehículos eléctricos cobran cada vez más protagonismo. Y en el caso de los transportes adaptados para grandes cargas, se ha comenzado otra vez a valorar a los olvidados trolebuses, experiencia que también ha alcanzado a los trolecamiones como nuevos vehículos de transporte de mercancías por carretera.

La realidad actual, con los hidrocarburos cuestionados por su potencial contaminante, está llevando a investigar nuevas fuentes energéticas para propulsar todo tipo de vehículos, desde los híbridos que combinan un motor de gasolina o diésel con otro eléctrico, hasta los que se propulsan con gas natural comprimido (GNC), gas licuado del petróleo (GLP) o pila de combustible (hidrógeno).

Pero además se está recurriendo a soluciones ya conocidas que, hoy día, pueden aportar mejoras en cuanto a eficiencia y reducción de emisiones contaminantes. Es el caso de los trolebuses, muy implantados en el transporte urbano de ciudades de todo el mundo durante la segunda mitad del pasado siglo, y que en los últimos años están volviendo a formar parte del paisaje de algunas ciudades por sus ventajas frente a tranvías y autobuses.

En relación con estos últimos, los trolebuses, al moverse gracias a la electricidad de la catenaria, son más efectivos, especialmente en las subidas, y menos contaminantes, ya que no emiten gases. Pero a su vez, frente a los tranvías, otra solución de transporte urbano cada vez más extendida, los trolebuses son más flexibles al no circular sobre raíles, y también más silenciosos al llevar ruedas con neumáticos de caucho y no ruedas de acero.

En España, en los últimos años ha habido varios proyectos de implantación de trolebuses en diferentes ciudades, como Valencia, Castellón de la Plana, Alicante o Elche. El único que está ya operativo es el de Castellón. El primer tramo operativo del TRAM de Castellón –Transporte del Área Metropolitana (TRAM) de Castellón– en-

Ayuntamiento de Castellón

▶ *En la foto grande, "trolecamión" de pruebas en la autopista electrificada. A la izqda., trolebús en Castellón.*

Siemens

TROLEBUSES Y TROLECAMIONES SE PERFILAN DE NUEVO COMO MODOS DE TRANSPORTE LIMPIO

El retorno del trole

tró en funcionamiento el 25 de junio de 2008, uniendo el campus de la Universitat Jaume I y el Parque Ribalta. Esta línea será ampliada desde el Parque Ribalta hasta el Grao de Castellón y en un futuro se prevé que llegue hasta Benicàssim. Además, el proyecto de trolebús de la capital castellonense contempla una segunda línea desde el centro de la ciudad a las localidades de Villarreal y Burriana.

En total, el proyecto inicial se articula en dos corredores diferentes de más de 40 kilómetros, en los que los vehículos circulan por una vía reservada de uso exclusivo. El trolebús de Castellón cuenta con un sistema de captación de tensión por doble trole (armadura de hierro que sirve para transmitir la corriente eléctrica a los vehículos de tracción eléctrica) y un dispositivo lector-guía, que mediante una cámara ubicada en la parte superior del parabrisas del vehículo es capaz de leer las líneas blancas del asfalto para mantenerlo en el carril. A pesar de su funcionamiento casi autónomo, un conductor maneja sus mandos.

En algunos tramos, las dificultades para el montaje de la catenaria que debe suministrar energía eléctrica al trolebús han hecho que los vehículos dispongan de unas baterías y un pequeño motor diésel. El TRAM de Castellón alcanza una velocidad máxima de 75 km/h y tiene preferencia de paso en todas las intersecciones.

En España, desde 1940

La presencia del trolebús en España se remonta a hace casi 75 años, aunque ya hacia finales de los años 80 empezaron a dejar de estar operativos en la mayoría de las ciudades españolas.

El primer trolebús que circuló en España lo hizo en Bilbao en 1940, un año antes que en Barcelona. Y en la década de los 40 también contaron con este tipo de transporte urbano ciudades como Pontevedra (1943), San Sebastián (1948) y A Coruña (1949). Ya en la década siguiente se unieron Madrid (1950), Cádiz, Santander, Valencia, Zaragoza (1951) y Reus-Tarragona (1952). En los 60 llegó a ciudades más pequeñas como Castellón (1962) y Mieres (1965). Esa misma década dejó de funcionar en Madrid y Barcelona.

Su uso se extendió todavía unos años más, hasta mediados-finales de los 70, en la mayoría de ciudades. La última que dio uso a los trolebuses fue Pontevedra, donde prestaron servicio hasta 1989. Desde entonces, y hasta su recuperación en Castellón de la Plana en 2008, pasaron casi 20 años. En algunos casos, el trolebús no fue solo un transporte urbano sino que permitió conectar varias localidades. Fue el caso de las líneas A Coruña-Carballo, Bilbao-Algorta, Cádiz-San Fernando, Santander-Astillero o San Sebastián-Rentería.

▶ *Arriba, dos modelos antiguos de trolebuses de Madrid.*

Ayuntamiento de Castellón

▶ *Trolebús de Castellón.*

Siemens

Autopista electrificada en la que Siemens realiza ensayos con los "trolecamiones".

‘Trolecamiones’, otra solución

El futuro de los trolebuses no pasa únicamente por ser un medio de transporte alternativo en las ciudades. Así lo demuestra el proyecto iniciado por Siemens para emplear una solución similar en el transporte de mercancías por carretera. Los que podrían llamarse ‘trolecamiones’ no son otra cosa que camiones convencionales transformados para propulsarse gracias a la energía eléctrica que reciben desde una catenaria, una solución muy similar a la de los trolebuses pero fuera de la ciudad.

Este tipo de grandes vehículos industriales para el transporte de mercancías podrían aprovechar tramos de rutas convencionales que ya cuenten con electrificación, de forma que solo fuese necesario el montaje de una catenaria en el carril más próximo al arcén, con el ahorro energético y sobre todo la reducción de emisiones a la atmósfera que eso supondría. En las zonas donde no hubiese catenaria, estos vehículos podrían seguir su trayecto propulsados por un motor diésel o híbrido, como ya sucede.

Un proyecto de Siemens contempla la transformación de camiones convencionales para circular por carreteras con catenaria

Siemens ya está llevando a cabo pruebas con los ‘trolecamiones’, para lo que ha construido una autopista electrificada. Los ensayos se están realizando en un primer tramo sin catenaria ni sistema trole, donde los vehículos se desplazan como cualquier otro de tipo industrial. Pero al llegar a la zona electrificada, el vehículo despliega automáticamente, sin necesidad de que intervenga el conductor, una estructura que lo conecta a la catenaria, de la que se surte de energía. En ese momento, el motor de propulsión convencional se apaga y el ‘trolecamión’ se mueve únicamente con energía eléctrica.

Al llegar al final del tramo electrificado, la estructura superior para captar electricidad se repliega automáticamente. Igual sucede si el vehículo supera los 90 km/h. Mientras, el motor diésel vuelve a conectarse por sí solo. La energía que recorre la catenaria es capaz de propulsar un vehículo de transporte de mercancías de 40 toneladas.

Los ensayos de Siemens han supuesto ya test a lo largo de 9.000 km. La flexibilidad de estos vehículos permitirá, si finalmente se implantan en un futuro, efectuar maniobras como si de cualquier otro camión se tratase, llegar a los puntos de recogida y entrega sin problemas y circular por todo tipo de vías, con y sin catenaria.

Siemens ha cuantificado el coste de electrificar una vía: entre 1,1 y 2,5 millones de euros por cada kilómetro. Por ello, se considera como idóneo, si finalmente sigue adelante el proyecto, electrificar tramos de media distancia con mucho tráfico de vehículos de transporte de mercancías y que carezcan de vías de tren para llevarlas de un punto a otro. La aplicación de esta tecnología podría llegar a los alrededores de las grandes ciudades cuyas vías de circunvalación en muchas ocasiones presentan gran densidad de tráfico de grandes vehículos industriales, ya que los centros logísticos se encuentran a las afueras. Permitiría lograr una reducción notable de gases contaminantes.

Adif

El catálogo Singular Railway Set, elaborado por Adif, recoge los espacios disponibles para rodajes y eventos

Espacios de cine

▶ *En la foto grande, rodaje en la estación de Atocha de Madrid. A la dcha., escena de "Balada triste de trompeta", rodada en la estación del Norte de Madrid.*

Adif

Julia Sola Landero

El Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (Adif) ha elaborado un catálogo interactivo con 112 espacios disponibles para rodajes de cine, fotografía, publicidad y eventos. El catálogo incluye estaciones, apeaderos, espacios industriales y otras infraestructuras ferroviarias singulares, permitiendo a los profesionales una rápida localización del espacio más idóneo para sus necesidades.

El cine y el tren han mantenido desde sus inicios una relación que parece tener mucho futuro por delante. Para facilitar el largo idilio de esa feliz pareja, el Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (ADIF), ha elaborado y puesto a disposición de cualquier interesado, el catálogo digital Singular Railway Set, que recoge 112 espacios disponibles para rodajes y eventos, alojado en la web www.adif.es. Se trata de una completa herramienta interactiva en español e inglés, que pone más fácil a directores de cine, fotógrafos o creadores publicitarios, encontrar y elegir localizaciones singulares relacionadas con el tren: estaciones, apeaderos, centros logísticos y espacios industriales repartidos por todo el país.

Adif ya ha venido cediendo desde hace años espacios ferroviarios para rodajes y sesiones fotográficas; de hecho en 2013 se realizaron en sus espacios ferroviarios 55 trabajos audiovisuales, entre cortometrajes, documentales, anuncios publicitarios, sesiones fotográficas, eventos, etc. Esta herramienta, que funciona desde el mes de abril, es por tanto una mejora y un paso adelante para poner en valor y rentabilizar todo el potencial de un patrimonio único.

La iniciativa, puesta en pie tras cuatro meses de trabajo con los recursos humanos de la Dirección de Comunicación de Adif y la colaboración del resto de la empresa y de la Fundación de los Ferrocarriles Españoles y el Museo del Ferrocarril, se inserta en el proceso de racionalización de activos puesto en marcha por la entidad ferroviaria, y que pasa por generar ingresos, reducir costes y mejorar su eficacia. Pero los beneficios de esta iniciativa van más allá, por cuanto facilitar las labores de producción potenciará la presencia de las infraestructuras ferroviarias españolas en un arte que se pasea por todo el mundo, dejando en la retina de los espectadores escenas muchas veces imborrables.

Adif

▶ *Dos imágenes de la estación del Norte, escenario de numerosos rodajes.*

.\ Posibilidades

El catálogo se abre al cine, pero también al mundo de la publicidad, la fotografía, los documentales, las series de televisión o la celebración de eventos. Y lo pone muy fácil a los productores para encontrar localizaciones que de otro modo no existirían en el mapa de las posibilidades. Con esta herramienta se pueden localizar a un solo clic los espacios disponibles por su situación geográfica o su tipología: desde modernas estaciones AVE, como Chamartín, Atocha o Santa Justa, hasta las más antiguas, como las de Toledo o Barcelona Francia, además de otras pequeñas o en desuso repartidas por toda España. Y además de estaciones o apeaderos, también se puede acceder a centros logísticos y construcciones singulares como el antiguo poblado ferroviario de Algodor y su capilla, el palacio de Fernán Núñez de Madrid, el jardín tropical de la estación de Atocha, el Museo del Ferrocarril de Catalunya o el vestíbulo de la estación de Príncipe Pío.

Las estaciones más solicitadas por las productoras de cine y televisión son las de Madrid-Puerta de Atocha, que aúna su arquitectura decimonónica y un jardín tropical de 4.000 m², y la histórica de Barcelona Francia, cuya marquesina metálica sobre sus siete andenes o su amplio y luminoso vestíbulo, adornado con mármoles y bronce, se presta a convertirse en un espectacular escenario de lujo. Tal es así que ambas tienen un precio exclusivo. También la antigua estación madrileña del Norte, hoy de Príncipe Pío, es un escenario muy solicitado por el poder de evocación de su antiguo vestíbulo (1928), que aún conserva sus viejas taquillas y ascensores. Pero también en enclaves como la nave Neomudéjar, nacida como taller ferroviario y reconvertida hoy en un centro de artes de vanguardia, está muy solicitada para servir como plató excepcional para rodajes y anuncios publicitarios.

Tarifas

Los precios oscilan según la tipología del trabajo, la localización elegida y la duración. Se distinguen los trabajos de publicidad comercial y el resto de trabajos: largometrajes, cortometrajes, series de televisión, videoclips, vídeos institucionales, etc. Además, los rodajes y sesiones fotográficas en las estaciones de Barcelona Francia y Madrid Puerta de Atocha tienen un precio considerablemente más alto, casi un 50% más.

Los rodajes publicitarios en las dos estaciones estrella tienen un coste de 5.850 euros el día completo, 3.150 euros la media jornada, y 750 euros la hora; y las sesiones fotográficas –también publicitarias– tienen un valor de 750 euros la hora. El resto de estaciones suponen un coste 3.250 euros, 1.750 euros y 500 euros en las mismas condiciones de tiempo que las anteriores, y 300 euros la hora de sesión fotográfica. Además, si estos trabajos publicitarios tienen difusión internacional los precios se incrementarán un 50%.

Por otra parte, los rodajes destinados al resto de trabajos en Barcelona Francia y Madrid Puerta de Atocha tienen un coste de 4.550 euros la jornada completa, 2.450 euros la media jornada, 700 euros la hora, y 500 euros la hora dedicada a las sesiones fotográficas. Las demás estaciones tienen un valor de 2.600, 1.400 y 400 euros respectivamente para los rodajes, y 200 euros la hora de toma de fotografías.

Jardín tropical de la estación de Atocha, Madrid.

Abriendo puertas

Los enclaves seleccionados en el catálogo lo han sido de acuerdo a criterios que tienen que ver con aspectos históricos, arquitectónicos o de ubicación, y también por sus condiciones objetivas para poder realizar rodajes o eventos. Sin embargo, el catálogo no es exhaustivo y no está cerrado ni es excluyente; de hecho, todos los espacios e instalaciones de Adif podrían ser susceptibles de ser incluidos. El siguiente paso tras esta primera fase –un PDF interactivo– sería exportar esta información a un formato Web, que ofrece mayor flexibilidad para la inclusión de nuevos espacios.

La herramienta ofrece fichas con fotos, mapa de localización y una amplia información sobre cada una de las instalaciones: si cuentan con estancias adecuadas para ser habilitadas como salones de maquillaje, peluquería y vestuario; si tienen aseos para los miembros del rodaje, tomas de electricidad y agua corriente o servicios de restauración cercanos, y vídeos o trabajos anteriormente realizados allí, etc. Incluso se indica si hay posibilidad de alterar el tráfico ferroviario en algún momento del día si así lo necesitan los solicitantes.

Cuarenta estaciones históricas están disponibles para todo aquel cineasta o publicitario que quiera situar en ellas su argumento

El catálogo permite llegar a las diferentes localizaciones a través de un mapa de España donde se puede seleccionar cada Comunidad Autónoma o mediante un menú con seis epígrafes que agrupan los diferentes espacios e instalaciones: Estaciones Modernas; Estaciones Históricas y Clásicas; Otras Infraestructuras Ferroviarias; Centros Logísticos y Espacios Industriales.

Desde Adif, además, se aportan soluciones, gestión, soporte y apoyo a cada una de las producciones que pretendan utilizar sus recintos. Es decir, la compañía, además de abrir sus puertas a los profesionales del sector, facilita sus proyectos. En el resultado final de un proceso de elección y asignación de un espacio, la coordinación es crucial. En principio se puede rodar todo, pero es el departamento de rodajes de Adif quien centraliza todo el proceso

Estación de Tablada, en Guadarrama, otro de los espacios de Adif. Debajo, estación de Francia, Barcelona.

y en función de las condiciones de cada instalación. Partiendo de la base de que cualquier trabajo de filmación o fotográfico queda subordinado a la explotación del tráfico ferroviario donde lo haya, la entidad ferroviaria realiza los trámites administrativos como permisos o contratos, incluso en el caso de que sea necesaria la presencia de un tren, a través de la coordinación con las diferentes direcciones, como la responsable de Circulación, Mantenimiento de Infraestructuras, Estaciones, etc.

.\ Estaciones con encanto

Las estaciones son un impagable escenario de despedidas y reencuentros e ideales para huir o emprender una aventura en medio del bullicio y el anonimato. Cuarenta estaciones históricas convertidas en improvisados platós están disponibles para todo aquel cineasta o publicitario que quiera poner un tren en su argumento: siete en Andalucía, dos en Aragón, seis en Galicia, siete en Castilla y León, dos en Castilla-La Mancha, tres en Extremadura, dos en Cataluña, cuatro en el País Vasco o dos en Navarra, están entre las estaciones históricas. Algunas ya cuentan con experiencia como platós provisionales, como la de Cuenca, donde se rodó *Calle Mayor* (1956) o Príncipe Pío con *Beltenebros* (1992) o *Balada triste de trompeta* (2010).

Adif

▶ *Antigua estación de Cuenca y rodaje de un anuncio publicitario en la estación de Atocha.*

Y aunque esas viejas estaciones hayan sido escenario de hazañas y episodios teñidos de nostalgia, ya no se buscan solo escenarios de antaño. Ahora las estaciones de Alta Velocidad también son escenarios muy demandados para contar historias. Son lugares amplios, luminosos y con impresionantes diseños que ofrecen singulares espacios de película o platós de lujo para la actividad publicitaria.

Muchas estaciones pequeñas y apeaderos, abundantes en las líneas ferroviarias de Adif, también tienen vocación de platós circunstanciales y están presentes en el catálogo. Algunas con tránsito de viajeros, otras sin servicio ferroviario, pero todas con encanto y con la posibilidad, para los profesionales de la imagen, de trabajar con comodidad. Hay nueve en total de estas características, entre las que se encuentran las estaciones de Bustarviejo, Soto del Real, Tablada o Miraflores de la Sierra.

.\ Infraestructuras fotogénicas

También los centros logísticos de mercancías son muy solicitados. Atraen de ellos el ambiente fabril, el ir y venir de grúas que mueven sus brazos alrededor de los contenedores transportando carga, y que los convierte en espacios singulares para producciones audiovisuales o reportajes fotográficos. Es el caso del muelle de Algodor y de los centros logísticos de Abroñigal, Vicálvaro o Morrot.

El patrimonio de Adif está plagado de espacios únicos por donde no pasan los trenes, que también pueden inmortalizarse gracias a su conversión en platós ocasionales. Son los casos de las tiendas y espacios como los antiguos locales de bingo, cines, restaurante y discoteca de Madrid Chamartín Cota 13, la nave Neomudéjar, el jardín tropical de Puerta de Atocha, o el Museo del Ferrocarril de Cataluña, entre otros.

Las posibilidades de localización de exteriores singulares se abren también hacia algunas infraestructuras ferroviarias, como túneles, viaductos, galerías de servicio y todo tipo de instalaciones tales como naves industriales, almacenes, locales o recintos capaces de convertirse en un escenario de cine. Entre este tipo de infraestructuras se encuentran las vías apartadas, en Aranjuez, o la explanada y vías de Las Matas. Y claro, las vías del tren no podían faltar en un catálogo que ofrece espacios para soñar. ▮

Biblioteca Nacional

Isidoro de Antillón, un geógrafo en las Cortes de Cádiz

El último ilustrado

Mariano Serrano

Corre el año 1823. Los Cien Mil Hijos de San Luis, enviados por Francia y la Santa Alianza para apoyar a Fernando VII en sus pretensiones de restaurar la monarquía absoluta –por segunda vez en su reinado–, acaban de entrar en España y avanzan imparables hacia la capital. A su paso, se levantan y se les unen facciones del ejército partidarias de la restauración del Antiguo Régimen y se forman partidas de realistas que van asolando pueblos y tomándose su particular venganza contra los liberales, que han ocupado el gobierno los tres últimos años, desde el pronunciamiento de Riego.

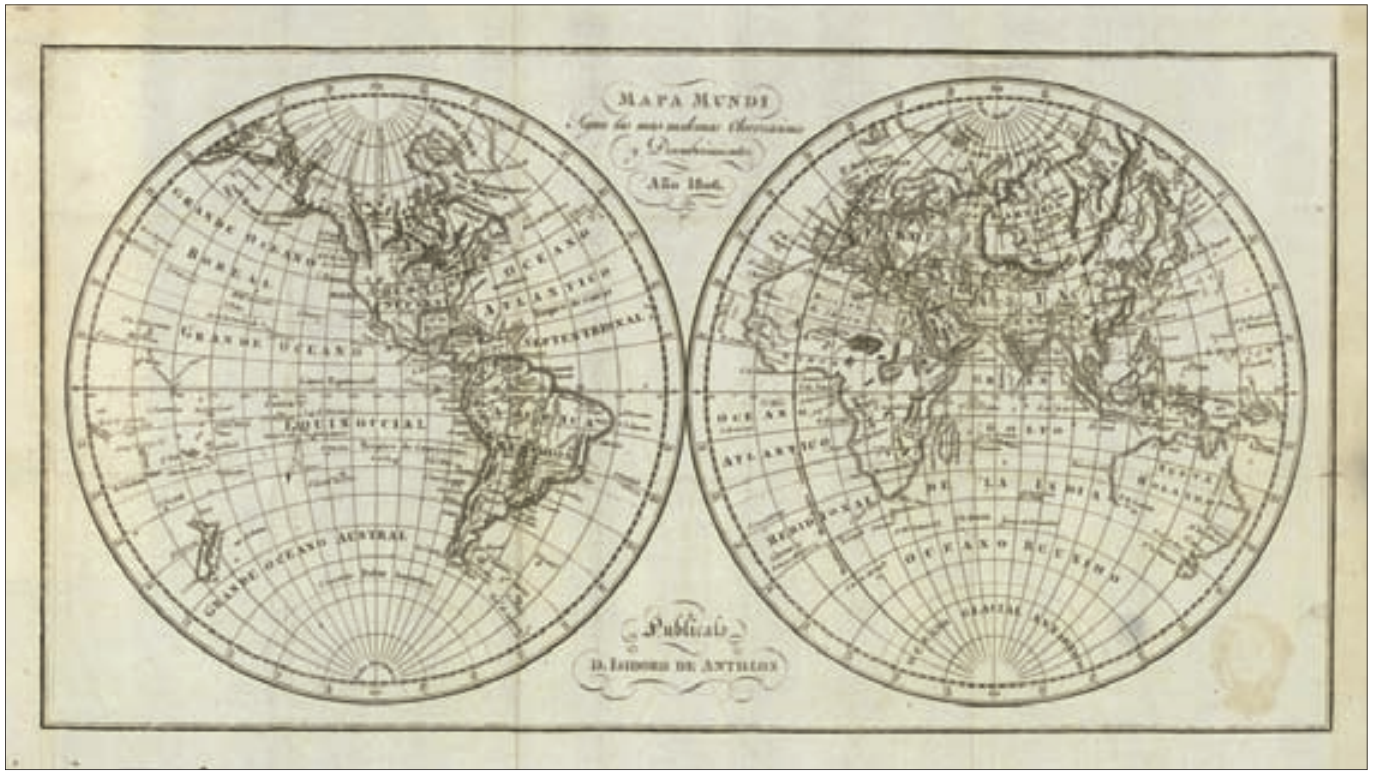
Una de esas partidas, al mando del brigadier Agustín Tena –que diez años más tarde, muerto Fernando VII, se convertirá en uno de los principales cabecillas carlistas–, entra en Santa Eulalia, un pueblo turolense a orillas del Jiloca. Los sublevados se dirigen a la iglesia, a una capilla situada a la izquierda del altar mayor, donde quebrantan una sepultura, exhuman los restos mortales que contiene y los llevan a la plaza del pueblo. Allí queman los despojos en una hoguera y después avientan las cenizas para que no quede rastro del ultrajado.

No es la primera vez que aquel cuerpo, el de Isidoro de Antillón y Marzo, ve turbado su descanso. Víctima de un atentado en noviembre de 1813 al salir de una sesión de Cortes, Antillón, destacado diputado liberal, se retira a su tierra aragonesa con el fin de reponerse de sus heridas, que han agravado otras enfermedades. Pero muy pronto el gobierno de Fernando VII –que el 4 de mayo de 1814 ha disuelto las Cortes y ha emprendido una feroz represión contra los liberales– ordena su detención en Mora de Rubielos. A pesar de su grave estado, se decide su traslado a la prisión de Zaragoza. No llega a la capital aragonesa. Antillón muere el 3 de julio de 1814 precisamente en su pueblo natal, Santa Eulalia. Tenía 36 años. Enterrado entonces en el cementerio parroquial, unos años más tarde, en 1820, recién inaugurado el Trienio Liberal, las Cortes disponen su traslado con todos los honores a un panteón de la iglesia; de allí, otra vez las tornas políticas cambiadas, será sacado por la partida de Tena para quemar su cadáver y esparcir sus cenizas al viento.

Centro de Estudios del Jiloca

Pero ¿quién era este Isidoro Antillón que tanta inquina despertaba en sus opositores políticos, en el propio gobierno y, hasta incluso después de muerto, en los cabecillas del ejército absolutista?

▶ *A la izqda., mapa "La América septentrional desde su extremo norte hasta 10º de Latitud para el Curso de Geografía de D. Isidoro de Antillón". En esta página, busto de Antillón en Santa Eulalia, obra de Antonio Gisbert, y "Mapa mundi" del libro* Lecciones de Geografía astronómica natural y política, *Imprenta Real, 1804.*



Biblioteca Nacional

Un hombre de su tiempo

La corta vida de Antillón (1778-1814) se enmarca en uno de los periodos más conflictivos de nuestra historia. Es además representativa de todo lo que esos años, con sus luces y contradicciones, significaron: el fin del Antiguo Régimen, con una monarquía absoluta caduca y agotada, y el tránsito a un estado liberal; la recepción de las ideas de la Revolución francesa y la construcción y defensa de una identidad nacional precisamente frente a quienes traían tales ideas con la imposición de las armas, y la reacción del absolutismo que, tras la expulsión de los franceses, creyeron llegado el momento de acabar con ese incipiente régimen constitucional y volver al régimen anterior. En el plano de las ideas, la Ilustración había dejado un poso de ideas nuevas y otras preocupaciones intelectuales, no solo políticas sino también científicas, más volcadas hacia las ciencias naturales.

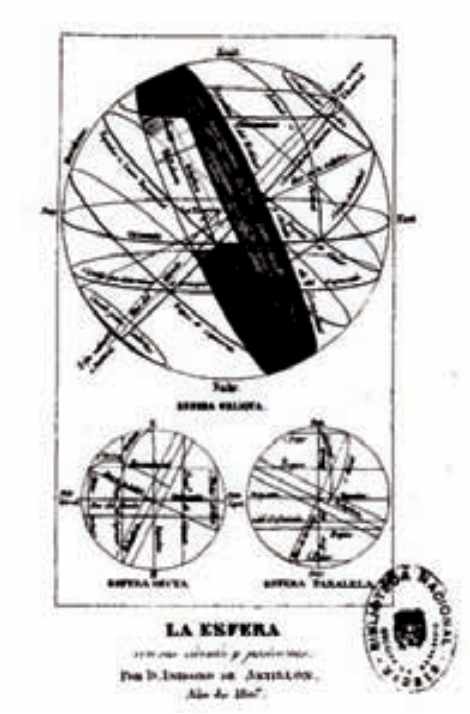
Nacido en una familia de viejos hidalgos aragoneses, la formación de Antillón fue como la de otros muchos ilustrados. De niño se forma en latín, humanidades y filosofía en Mora de Rubielos y Teruel, para obtener al final los grados de bachiller en Cánones por la Universidad de Zaragoza y doctorado en Cánones y en Leyes por la Universidad de Valencia. No obstante, muy pronto empezó a sentir un interés mucho mayor por enseñanzas menos regladas pero más modernas y prácticas, propias de las preocupaciones de su época. Así, en la Real Sociedad Económica Aragonesa de Amigos del País de Zaragoza estudia matemáticas, física, geografía y astronomía, además de economía y filosofía moral. Es esta Sociedad la que le premia su primer trabajo, una descripción física y corográfica del partido de Albarracín, que escribe con tan solo 18 años. Un comienzo brillante para la que, aun sin abandonar nunca la reflexión sobre leyes y teoría política, será su principal actividad los años siguientes: la geografía.

Antillón, geógrafo

En 1799, Antillón se traslada a Madrid, y solo un año después obtiene por oposición la cátedra de Geografía, Cronología e Historia del Real Seminario de Nobles, una de las más prestigiosas e influyentes instituciones de la época en la que se cursaban los estudios previos a la universidad. Seguidor de las nuevas ideas educativas del pedagogo suizo Pestalozzi –según las cuales el aprendizaje debía apoyarse, además de en la práctica, en textos, dibujos, mapas y otros elementos visuales que *mostraran* los conocimientos, más que en su memorización a partir de lecciones *ex cathedra*–, fue durante sus años como profesor del Seminario cuando dio a la luz sus obras geográficas y cartográficas, la mayoría específicamente pensadas como libros de texto de una disciplina que no contaba aún con material de enseñanza actualizado que reflejara la ingente cantidad de avances propiciados por las expediciones científicas del siglo XVIII, muchas de ellas a cargo de españoles, y las cartas náuticas levantadas por nuestros marinos, publicadas ya por el Depósito Hidrográfico de Madrid pero nunca aprovechadas para la enseñanza de la Geografía. Quizá fue en esta parcela en la que se enmarcaba el proyecto más ambicioso de Antillón, y fue, precisamente, el que quedó a medias por falta de fondos: un atlas completo en el que se reunieran de forma sistemática los mapas existentes actualizados y corregidos. No obstante, sí que fue publicando a lo largo de su carrera algunos de estos mapas, ya fuera de forma aislada, ya incorporados como ilustraciones de sus obras. Estas –sus *Lecciones de Geografía astronómica, natural y política*, los *Principios de geografía física y civil* o los *Elementos de geografía astronómica, natural y política de España y Portugal*, entre otras– vinieron a llenar un clamoroso vacío en la enseñanza de esta ciencia y supusieron una completa renovación en unos estudios que, como recordaba Manuel José Quintana, otro insig-

▶ *Prisión de Antillón. Reproducción de un cuadro de Juan José Gárate publicada en* Aragón Ilustrado, *número 5, 1899.*

Biblioteca Nacional



Museo de la Fundación Lázaro Galdiano

▶ *Lámina de Antillón para el libro* Idea de la esfera, *de Bonne, y* Sesión de las Cortes en la isla de León, *hacia 1810, de Juan Gálvez.*

Los libros de Geografía de Antillón fueron traducidos a varias lenguas, y el propio Humboldt le consideraba uno de los mejores geógrafos españoles

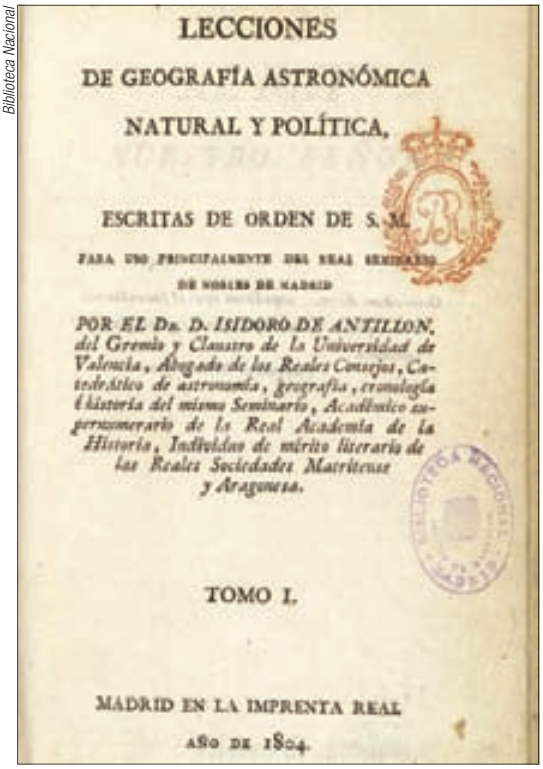
Biblioteca Nacional

▶ *"Figura de la luna", del libro* Lecciones de Geografía, *Imprenta Real, 1804.*

ne ilustrado, amigo de Antillón, se habían reducido hasta entonces a una "estéril y seca nomenclatura". Es más, las obras del aragonés han estado en la base de otros libros de texto –como la Enciclopedia Dalmau Carles– que han servido para formar en esta materia a los estudiantes de bachillerato hasta bien entrado el siglo XX.

La labor de Antillón como geógrafo es plenamente moderna, científica y rigurosa; en el prólogo de sus *Elementos de Geografía* enumera una gran cantidad de libros, mapas, memorias, descripciones y otros documentos que le han servido, una vez analizados, cuestionados o corregidos, para la elaboración de su obra, consignando todos los antecedentes, así como los procedimientos de los que se ha valido. Su labor como geógrafo estaba complementada, además, con un sólido análisis matemático y astronómico y con la observación y estudio de los fenómenos celestes. Por otro lado, Antillón abordó muchas veces sus obras de texto desde el punto de vista de la corografía, es decir, la descripción de un lugar no solo desde el punto de vista físico, sino atendiendo a la localización y análisis razonado de su historia y de los fenómenos sociales en relación con esas condiciones naturales, estableciendo las conexiones entre medio físico y manifestaciones culturales, y proponiendo, además, las medidas que según ese análisis deberían adoptarse para mejorar, en aras del progreso, las condiciones de los territorios. Un enfoque que se acerca a lo que hoy entendemos por Geografía política o humana. De ahí que Antillón proyectara añadir a los dos volúmenes de sus Lecciones un tercero dedicado a "las asociaciones políticas en que los hombres se han reunido sobre es-

Biblioteca Nacional


LECCIONES
DE GEOGRAFÍA ASTRONÓMICA
NATURAL Y POLÍTICA,
ESCRITAS DE ORDEN DE S. M.
POR EL Dr. D. ISIDORO DE ANTILLON,
del Gremio y Claustro de la Universidad de Valencia, Abogado de los Reales Consejos, Catedrático de astronomía, geografía, cronología é historia del mismo Seminario, Académico supernumerario de la Real Academia de la Historia, Individuo de mérito literario de las Reales Sociedades Matritense y Aragonesa.
TOMO I.
MADRID EN LA IMPRENTA REAL
AÑO DE 1804.

▶ *Portada del libro* Lecciones de Geografía.

ta superficie, las leyes, las constitución, los recursos, la religión, las fuerzas militares, la riqueza pública, las artes y el estado del entendimiento humano en cada una de las naciones principales". Un proyecto que no llegó a completar.

La obra geográfica de Antillón se ganó un gran prestigio, dentro y fuera de España. Sus libros fueron traducidos a varias lenguas, Godoy dice en sus memorias que de ellos "llovían suscripciones de todas las partes de la Europa sabia", e incluso el propio Humboldt tenía al aragonés como uno de los más hábiles geógrafos españoles, consultando sus obras para la redacción de su Atlas de la Nueva España. Hoy en día Antillón está considerado, sin lugar a dudas, como uno de los geógrafos más importantes del final de la Ilustración.

.\ Antillón, político

Tras varios años entregado a la práctica y la enseñanza de la geografía, la invasión francesa y la guerra truncarían la labor de Antillón en este ámbito. A partir de entonces y hasta su muerte, su vida y su trabajo intelectual estarían dedicados, desde los periódicos y desde las Cortes, al pensamiento y la actividad política.

Ya durante sus años en el Seminario de Nobles, Antillón había dado muestras de su interés por las humanidades, el derecho y la política. Muy pronto conseguirá una plaza como abogado de los Reales Consejos, poco después entra en la Sociedad Económica Matritense y

Obras de Antillón

Obras geográficas y cartográficas

✓ *Descripción corográfica-histórica del partido de Albarracín. (1795. Hay edición moderna de J.L. Castán Esteban, Centro de Estudios de Albarracín, 2006).*
✓ *Cartas esféricas del Océano Atlántico, del Grande Océano, del Océano Reunido y Gran Golfo de la India (1802-1803).*
✓ *Carta de la América Septentrional desde su extremo N hasta 10º lat., con un análisis en que se manifiestan los fundamentos sobre que se ha construido (1803).*
✓ *La Escandinavia o Mar Báltico, Suecia, Noruega y Dinamarca para el curso de Geografía de D. Ysidoro de Antillón de orden de S. M. (Facsímil de la Calcografía Nacional de 1979).*
✓ *Lecciones de geografía astronómica natural y política (1804).*
✓ *Mundo. Mapas generales (1806).*
✓ *Principios de geografía física y civil (1807).*
✓ *Elementos de la geografía astronómica, natural y política de España y Portugal. (1815. Hay edición moderna, Instituto Nacional de Estadística, Madrid, 2008).*
✓ *Juicio de un cuaderno anónimo con el titulo de Elementos de Geografía. Lo escribe para desengaño del público Isidoro de Antillón (1808).*
✓ *Noticias geográficas del mar Mediterráneo y de la carta que se publica (1811).*
✓ *Idea de la esfera o principios de geografía astronómica. (Traducción de Isidoro de Antillón de la obra de Rigobert Bonne, 1812).*

Otras obras

✓ *Cartas de un aragonés residente en Mallorca a su amigo Don M. J. Q., establecido en Cádiz sobre la necesidad de asegurar con leyes eficaces la libertad del ciudadano contra los atropellamientos de las fuerzas armadas (1811).*
✓ *Cartas que D. Isidoro de Antillón dirige a su amigo D. Ignacio López de Anso sobre la antigua legislación municipal de las ciudades de Teruel y Albarracín y sus aldeas en Aragón (1799).*
✓ *Disciplina eclesiástica nacional: observaciones sobre la autoridad del papa y mudanzas en la Iglesia Española (1813).*
✓ *Disertación sobre el origen de la esclavitud de los negros, motivos que la han perpetuado, ventajas que se le atribuyen y medios que podrían adoptarse para hacer prosperar sin ella nuestras colonias. (1811. Hay ediciones modernas, Centro de Estudios del Jiloca, Calamocha, 2006, y Extramuros, Mairena del Aljarafe, Sevilla, 2007).*
✓ *Epistolario. Otros escritos literarios, geográficos y políticos (estudio y edición de J.M. Jaime Lorén), Calamocha, 1988.*
✓ *Noticias históricas de don Gaspar Melchor de Jovellanos. (1812. Hay edición moderna, Universidad de Valencia, 1994. Edición y estudio previo de León Esteban).*
✓ *Noticias históricas sobre los amantes de Teruel (1806).*
✓ *Observaciones dirigidas al mariscal de canpo* [sic] *D. Luis de Villaba, que interesan á todos los honbres* [sic] *de bien (1811).*
✓ *Lo que debe preceder a las Cortes, a la Junta Suprema de Aragón (1810).*
✓ *¿Qué es lo que más importa a la España? Discurso de un miembro del populacho (1808).*
✓ *Últimas reclamaciones por la razonable libertad de escribir durante el gobierno de la Junta Central (1810).*

Biblioteca Nacional

El 10 de marzo de 1820 en la Puerta de Tierra, Cádiz. *Grabado de Manuel Roca y Juan Carrasa.*

en la Academia de Cánones –donde lee otro de sus escritos fundamentales, la *Disertación sobre el origen de la esclavitud* (que supone uno de los primeros alegatos abolicionistas en España)– y en 1802 es elegido miembro supernumerario de la Academia de la Historia. Tras los episodios del 2 de mayo de 1808, se refugia en su tierra, donde empieza a trabajar para las Juntas patrióticas de Teruel y de Zaragoza. En 1809 se traslada a Sevilla, donde redacta y dirige, junto a José María Blanco White, el *Semanario Patriótico*, publicación fundada un año antes en Madrid por Quintana. En la etapa sevillana del *Semanario*, Antillón se encargará de la información sobre las operaciones militares, mientras que a Blanco White le corresponderá la información política. Pero tanto uno como otro difundieron desde las páginas de este periódico, no solo un espíritu patriótico de resistencia frente al francés, tan necesario en aquellos momentos, sino también las ideas liberales más radicales, hijas, paradójicamente, de la Revolución francesa, lo que va a granjear no pocas enemistades a ambos publicistas. También en esta época fue Antillón director de la *Gazeta del Gobierno* y director del Archivo de Indias. En 1810, la Junta Central, refugiada ya en Cádiz, le nombra magistrado de la Audiencia de Palma, ciudad en la que retoma brevemente su ya casi olvidada faceta científica, de geógrafo e historiador, publicando unas *Noticias geográficas del mar Mediterráneo* y unas *Noticias históricas de Melchor Gaspar de Jovellanos*, pero sin dejar su labor de propaganda política, al frente ahora del periódico *Aurora Patriótica Mallorquina.*

Las ardorosas intervenciones de Antillón en las Cortes en defensa de las libertades públicas despertaron la animadversión de muchos

En 1812 Antillón es elegido diputado en las Cortes de Cádiz por Aragón, ocupando su escaño a principios del año siguiente. Los temas de sus apasionadas intervenciones, variados pero siempre desde la perspectiva de un liberalismo a ultranza, se referían a la estricta separación de poderes, la primacía del derecho frente a la discrecionalidad de los gobernantes y la publicidad de las sentencias, la libertad de prensa, la supremacía del poder civil frente al militar, la abolición de las penas y los castigos físicos (también en la escuela) o la libertad económica y la supresión de las normas gremiales. En unas

Biblioteca Nacional

Vista de Cádiz en un grabado del siglo XVIII.

Para saber más

✓ *Beltrán y Rózpide, R. (1903):* Isidoro de Antillón, geógrafo, historiador y político *(Discurso de entrada en la Real Academia de la Historia), Imprenta y Litografía del Depósito de Guerra, Madrid.*

✓ *Capel Sáez, H. (1986): "Isidoro de Antillón",* Boletín Informativo, *n.º 166, de la Fundación Juan March, Madrid.*

✓ *Forcadell, C. (2012): "Isidoro de Antillón y Marzo: de provinciano ilustrado a mito de la nación liberal", en P. Rújula (coordinador):* Constitución y representación en las Cortes de Cádiz. Los diputados aragoneses, *Institución Fernando el Católico, Zaragoza.*

✓ *Hernando, A. (1999):* Perfil de un geógrafo: Isidoro de Antillón (1778-1814), *Institución Fernando el Católico, Zaragoza.*

✓ *Jaime Lorén, J.M. de (1995):* Isidoro de Antillón y Marzo: nuevas noticias. *Valencia.*

Cortes en que las posiciones de liberales y reaccionarios –más allá del acuerdo de liberar a España de los invasores y reponer a Fernando en el trono– parecían irreconciliables; en un Cádiz asediado, plagado de espías y donde se sucedían las conspiraciones, con un rey preso en Francia que –como se vio enseguida, nada más ser liberado por Napoleón– no tenía intención alguna de acatar la Constitución ni de respetar las decisiones tomadas por aquella asamblea durante esos difíciles años, las ardorosas intervenciones de Antillón despertaron la inquina de muchos. El 3 de noviembre, a la salida de una de las sesiones, es asaltado por tres embozados que le asestan un fuerte golpe de sable en la cabeza. Atendido rápidamente por los médicos de las Cortes, durante los días siguientes pareció recuperarse, al menos en parte, e incluso volvió a la asamblea donde fue recibido con grandes muestras de apoyo. Pero Antillón se encontraba, más allá de las heridas provocadas por la agresión, agotado y enfermo. Nunca se dio con sus agresores ni hubo detenciones, a pesar del celo que al principio pusieron las autoridades en su captura. Las Cortes de Cádiz celebraron su última sesión pocos días después, y el aragonés decide retirarse a su tierra para tomarse un periodo de descanso antes de reincorporarse a su puesto en la Audiencia de Mallorca. Pero en mayo de 1814 el nuevo gobierno ordena la detención de los diputados liberales que se habían distinguido por su defensa de los principios constitucionales, y Antillón es apresado en Mora de Rubielos, donde residía. A pesar de su grave estado de salud e incluso de la advertencia del propio comisionado de la Regencia de que el detenido no soportará el viaje, se ordena su traslado a Zaragoza para ser juzgado. Unos días antes de emprender el viaje, Antillón escribe a su madre: "Espero no dejar a V., madre mía, ni remordimiento sobre mi conducta, ni lágrimas de vergüenza sobre mis acciones. A 36 años muero miserable y perseguido, muero abandonado por la naturaleza y oprimido del dolor...". Aunque las órdenes de las autoridades son tajantes, los propios guardianes, viendo el estado del preso y sabiendo que su pueblo natal, Santa Eulalia, queda casi de camino, deciden llevarlo a su casa, donde muere el 3 de julio.

Antiguo Seminario de Nobles, actual Instituto San Isidro, donde Antillón dio clases de Geografía.

Aún le faltaba a su cuerpo, en el que parecían ensañarse los avatares políticos que sufrió en vida, el traslado del cementerio a la iglesia y después su saca y quema infamante en la plaza del pueblo para que de él no quedara rastro ni memoria. A los doscientos años de su muerte, por fortuna, sigue quedando, si bien que empalidecida, algo de su memoria, y también su obra.

MONOGRÁFICO ESPECIAL DE LA REVISTA DEL MINISTERIO DE FOMENTO

La construcción de puentes, presas y puertos; los caminos de postas y el transporte; el desarrollo urbano; la cartografía y la astronomía; la construcción de buques y la navegación..., todas las grandes realizaciones de la ingeniería en la España de los siglos XVI y XVII contadas con amenidad e ilustradas con más de 300 imágenes y grabados de época.

2ª EDICIÓN

P.V.P.: **10 €**

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

SOLICITE SU EJEMPLAR EN TELF.: 91 597 53 85 / 53 91
Por fax: 91 597 85 84 (24 horas)
Por correo electrónico: cpublic@fomento.es

Autovía del Mediterráneo
Tramo: Polopos-Albuñol

Ferrovial Agroman ha ejecutado los 15 kilómetros del tramo de Autovía A-7, Polopos - Albuñol, que han sido calificados como **"el tramo de autovía más complejo de España desde el punto de vista geotécnico"** que ofrecen, a los 7.000 conductores diarios de media, una alternativa más rápida y segura en los accesos a las localidades circundantes.

En su gran complejidad técnica hay que destacar; 13 millones de metros cúbicos de excavación, más de 12 millones en el caso de terraplenes, 39 obras de drenaje transversal, 17 muros para contenciones estructurales, dos enlaces al principio y fin de la obra además de 3 viaductos y dos túneles.

ferrovial
agroman

Centro virtual de publicaciones del Ministerio de Fomento:
www.fomento.gob.es

Catálogo de publicaciones de la Administración General del Estado:
http://publicacionesoficiales.boe.es

Título de la obra: **Revista del Ministerio de Fomento nº 647, febrero 2015**
Autor/Editor: Secretaría General Técnica; Centro de Publicaciones, Ministerio de Fomento
Año de edición: marzo 2015

Edición digital:
1ª edición electrónica: marzo 2015
Formato: Pdf
Tamaño: 12,13 MB

NIPO: 161-15-006-6
I.S.S.N.: 1577-4929

P.V.P. (IVA incluido): 1,50 €

Edita:
Centro de Publicaciones
Secretaría General Técnica
Ministerio de Fomento©

Aviso Legal: Todos los derechos reservados.Esta publicación no podrá ser reproducida ni en todo, ni en parte, ni transmitida por sistema de recuperación de información en ninguna forma ni en ningún medio, sea mecánico, fotoquímico, electrónico o cualquier otro.

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO
SECRETARIA GENERAL TECNICA
CENTRO DE PUBLICACIONES

Revista del Ministerio de

Fomento

Marzo 2015 Nº 648 3 €

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

El puente sobre la bahía de Cádiz, en la fase final

La red de aeropuertos cierra 2014 con récord de pasajeros y operaciones

Prueba de carga del viaducto del río Ulla

Salvamento Marítimo intervino en más de 5.000 emergencias en 2014

150 años del ferrocarril Córdoba-Málaga

METALÚRGICA DEL GUADALQUIVIR, S.L.

MEGUSA

Avda. de la Esclusa, s/n. 41011 Sevilla. Telf: +34 954 45 28 00. Fax: +34 954 45 22 47
Email: tecnica@megusa.com www.megusa.com

MEGUSA HA FABRICADO DOVELAS Y CARROS DEL NUEVO PUENTE DE CÁDIZ

CON ESTA OBRA YA LLEVAMOS MÁS DE 100 PUENTES Y PASARELAS CONSTRUIDAS

OTRAS CONSTRUCCIONES REALIZADAS

PUENTE DEL ALAMILLO (SE 91) *DRAGADOS-FCC*

PUENTE DE VENTAS (M 98) *DRAGADOS*

AUDITORIO DE TENERIFE (TF 02) *NECSO*

PABELLÓN FERIAL TENERIFE (TF 95) *CUBIERTAS Y MZOV*

RECINTOS PARA PILAS PUENTE EDIMBURGO (UK 12) *FCBC*

VIADUCTO DE ARCHIDONA (AVE-GR 11) *DRAGADOS*

VIADUCTO DE LAS PIEDRAS (AVE- MA 05) *ALTEC*

MUSEO DE LAS CIENCIAS (V 98) *FCC-NECSO*

PALACIO DE LAS ARTES (V 03) *NECSO-DRAGADOS*

PARASOLES DE LA ENCARNACIÓN (SE 10) *SACYR*

VIADUCTO DE LALÍN (AVE- C 09) *FERROVIAL*

DIQUE FLOTANTE MAR DEL ENOL (CA 13) *FCC*

Contenido

Director de la Revista: Antonio Recuero.

Jefe de Redacción: Mariano Serrano.
Maquetación: Aurelio García.
Secretaria de redacción: Ana Herráiz.
Archivo fotográfico: Vera Nosti.
Portada: DCE Andalucía Occidental
Elaboración página web: www.fomento.gob.es/publicaciones. Concepción Tejedor.
Suscripciones: 91 597 72 61 (Esmeralda Rojo Mateos)
Colaboran en este número: Mª del Carmen Heredia, Pepa Martín, Begoña Olabarrieta, Javier R. Ventosa y Julia Sola.
Comité de redacción: Presidencia: Mario Garcés Sanagustín *(Subsecretario de Fomento).*
Vicepresidencia: Eugenio López Álvarez *(Secretario General Técnico).*
Vocales:, *Luis Izquierdo Labella (Director de Comunicación),* Pilar Garrido Sánchez *(Directora del Gabinete de la Secretaría de Estado de Infraestructuras, Transporte y Vivienda),* Eloísa Contín Trillo-Figueroa *(Jefa del Gabinete del Subsecretario),* Mónica Marín Díaz (*Directora del Gabinete Técnico de la Secretaría General de Infraestructuras),* Mª José Rallo del Olmo *(Jefa del Gabinete Técnico de la Secretaría General de Transportes),* Pedro Guillén Marina *(Director del Centro de Publicaciones)* y Antonio Recuero *(Director de la Revista).*
Dirección: Nuevos Ministerios. Paseo de la Castellana, 67. 28071 Madrid.
Teléf.: 915 978 084. Fax: 915 978 470.
Redacción: Teléf.: 915 977 264 / 65.
E-mail: cpublic@fomento.es
Impresión y publicidad: Comunicación y Diseño.
C/ O'Donnell, 18, 5º H 28009 Madrid.
Teléf.: 91 432 43 18. Fax 91 432 43 19.
E-mail: revistafomento@cydiseno.com
www.cydiseno.com
Dep. Legal: M-666-1958. ISSN: 1577-4589.
NIPO: 161-15-005-0

Edita:
Centro de Publicaciones.
Secretaría General Técnica
MINISTERIO DE FOMENTO

Esta publicación no se hace necesariamente solidaria con las opiniones expresadas en las colaboraciones firmadas

Esta revista se imprime en papel con un 60% de fibra reciclada postconsumo y un 40% de fibras vírgenes FSC.

CARRETERAS
02
El coloso luce silueta.
Fase final de la construcción del puente sobre la bahía de Cádiz

AEROPUERTOS
12
El año del despegue.
La red de Aena cierra 2014 con récord de movimientos y pasajeros.

FERROCARRIL
18
Examen final.
Prueba de carga del viaducto sobre el río Ulla.

SALVAMENTO MARÍTIMO
24
Lanzando cabos.
Salvamento Marítimo intervino en unas 5.000 emergencias en 2014.

30. Anticipar y prevenir.
Aprobado el Programa Estatal de Seguridad Operacional para la Aviación Civil.
34. Un agreste recorrido.
150 años del ferrocarril Córdoba-Málaga.
42. En busca de El Dorado.
Patrimonio minero-metalúrgico de la Comunidad de Madrid.
52. Memoria del tren.
El Museo del Ferrocarril de Madrid cumple 30 años.
59. Breves.

Fase final de la construcción del puente sobre la bahía de Cádiz

El coloso luce silueta

Estado actual del puente, con el tramo desmontable ya izado.

Javier R. Ventosa. Fotos: DCE Andalucía occidental

Tras ocho años de trabajos, el puente de la Constitución de 1812, principal elemento del nuevo acceso a Cádiz, tiene prácticamente conectados los distintos tramos de tablero sobre las aguas de la bahía gaditana y muestra con nitidez cuál será su aspecto final. La construcción del mayor puente de carreteras de España ha superado la fase crítica de la obra y progresa según lo previsto hacia su puesta en servicio.

La obra del nuevo acceso viario a Cádiz, el mayor proyecto individual de carreteras en España en este siglo, enfila su recta final. Esta singular actuación, promovida por el Ministerio de Fomento, tiene por objeto aliviar el intenso tráfico existente en las dos entradas por carretera al istmo gaditano –el puente José León de Carranza (N-443) y el corredor de San Fernando (CA-33)–, y pretende captar parte de los más de 40.000 vehículos que circulan a diario por el mencionado puente y evitar las retenciones. Se trata del tercer tramo que completará el nuevo esquema viario de acceso a Cádiz, que ya tiene operativos los dos primeros: el carril reversible del puente Carranza y la duplicación de la carretera N-443.

Este tercer tramo, cuyo presupuesto vigente de obra es de 357 M€, se desarrolla a lo largo de 5 kilómetros entre Puerto Real y Cádiz, salvando las aguas de la bahía gaditana mediante una colosal estructura, el denominado segundo puente, que constituye una de las grandes obras de la ingeniería civil española. Los récords que batirá así lo atestiguan: será el puente más largo de la red viaria española (3.092 metros), ostentará la mayor luz de España (540 metros en su vano principal) y será el segundo con mayor gálibo libre del mundo (69 metros). Otras magnitudes, como el peso del tablero (50.000 toneladas), la altura de las torres (más de 180 metros) o las dimensiones de la dovelas (sin precedentes en España), refuerzan la grandiosidad de la obra.

El proceso constructivo, que ha atravesado diversas vicisitudes, avanza ahora a velocidad de crucero. Actualmente están en pleno desarrollo todos los tajos a lo largo del nuevo acceso a Cádiz, con operarios y maquinaria trabajando tanto sobre el puente como en las infraestructuras que se desarrollan a ambos lados de la bahía. A finales de enero se ha superado una de las fases críticas de la obra, la instalación del tramo desmontable, operación que ha supuesto tanto la conexión con el tramo de acceso a Cádiz, ya acabado, como la

aproximación al tramo atirantado, en su fase final. Tras esta operación, el puente luce la mayor parte del tablero sobre las aguas ya instalado, aunque discontinuamente, desvelando cómo será la imagen definitiva del futuro icono de la bahía de Cádiz. El grado de ejecución global del nuevo acceso a Cádiz se sitúa en el 90% y avanza según la programación hacia su puesta en servicio.

La construcción del puente, dirigida por el Ministerio de Fomento, ejecutada por la UTE Puente de Cádiz (Dragados-Drace) y con asistencia técnica de los proyectistas Ginprosa y Carlos Fernández Casado, es uno de los grandes retos para la ingeniería española, ya que esta obra, además de especialización en grandes estructuras, requiere un elevado nivel de coordinación de equipos que trabajan simultáneamente en las distintas fases de obra, con objeto de orientar con eficacia todos los recursos hacia un objetivo. La obra, además, constituye no solo un exponente de la ingeniería española, sino también un laboratorio de aprendizaje donde las empresas españolas tienen la oportunidad de mejorar procedimientos constructivos y de

Asesoramiento en la fase final

Del avanzado estado de los trabajos en el puente da una idea la contratación por la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento de una empresa especializada para asesorar a la dirección de obra y supervisar los cálculos estructurales en la fase final de obra. Se trata de la empresa de ingeniería Apia XXI, que en diciembre suscribió un contrato para desarrollar los trabajos de redacción del plan de inspección y mantenimiento y la realización de estudios estructurales relativos a las obras del nuevo acceso a Cádiz. Estos trabajos se llevan a cabo sobre tres de los cuatro tramos del puente: tramo de acceso a Puerto Real, tramo desmontable y tramo atirantado.

En concreto, la empresa está redactando el plan de inspección y mantenimiento, que incluye la redacción del protocolo de tesado y sustitución de tirantes, el manual de explotación y el archivo documental del puente. Asimismo, desarrollará estudios sobre la respuesta de la estructura frente a la acción de tres factores: el viento (incluidos ensayos de modelo aerolástico integral en túnel de viento), la acción sísmica y el estado límite último de fatiga. También colabora en la supervisión estructural de las maniobras finales del proceso constructivo (llegada del tablero a las pilas 10 y 15 y conexión con los tramos contiguos, paso del tablero sobre las pilas 11 y 14, izado de dovelas e instalación de tirantes en pilas 12 y 13, entre otros). Una vez concluida la estructura, esta empresa realizará la inspección principal inicial del puente y supervisará el desarrollo de las pruebas de carga dinámica y estática, confrontando los resultados obtenidos con el modelo de cálculo de contraste elaborado por la propia empresa.

El puente visto desde el lado Cádiz, con el tramo desmontable a punto de ser izado entre el tramo de acceso a Cádiz y el tramo atirantado.

Transporte del tramo desmontable a bordo de una pontona.

gestión de equipos en estructuras de grandes dimensiones, de cara a su aplicación en trabajos en el exterior.

.\ Cuatro puentes en uno

El puente sobre la bahía de Cádiz, principal elemento del acceso viario a la capital gaditana, es una estructura dividida en cuatro tramos conectados entre sí que en realidad son cuatro puentes diferentes, cada uno con características técnicas, procedimientos constructivos y ritmos de ejecución diferentes. El estado de ejecución de los cuatro tramos es el siguiente:

Tramo de acceso a Cádiz. Este tramo de puente, que desembocará en una rotonda que distribuirá el tráfico por la ciudad, ha sido el primero de los cuatro con el tablero montado; la obra, iniciada en septiembre de 2012, alcanzó su destino, la pila 9, a finales de 2013. No obstante, para su finalización definitiva queda pendiente de ejecutar toda la superestructura (impermeabilización, firme, pretiles, drenaje, señalización, juntas, etc.), así co-

▶ *Tramo desmontable ya instalado en su posición definitiva.*

mo la correspondiente prueba de carga. Su grado de ejecución actual alcanza el 90%.

Este tramo está formado por una estructura con tablero mixto hormigón-acero, de 581,3 metros repartidos en ocho vanos, con una pendiente del 5%, que arranca en un estribo cerrado en el lado Cádiz y se apoya en ocho pilas ubicadas dentro de la bahía. El tablero, con un peso total de 11.300 toneladas (9.100 toneladas de estructura metálica y el resto de hormigón), se colocó sobre las pilas mediante el lanzamiento o empuje con torre de atirantamiento, en un proceso realizado en nueve fases con la ayuda de gatos hidráulicos, que fue monitorizado mediante control topográfico de precisión por medio de antenas GPS dispuestas en el tablero. Posteriormente fue hormigonado.

El puente sobre la bahía de Cádiz, que constará de cuatro tramos, será el principal acceso a la capital gaditana

Tramo desmontable. Segundo tramo del puente con el tablero montado, era originalmente de tipo basculante. Su misión es permitir, previo desmontaje, el eventual paso de embarcaciones de la factoría de Navantia cuyo gálibo vertical sea superior a 69 metros, máximo existente bajo el tramo atirantado. Tiene una luz libre en ho-

Actuaciones en Cádiz y Puerto Real

A ambos lados del puente se desarrollan cuatro infraestructuras (un enlace en el lado Cádiz y dos enlaces y un viaducto en el lado Puerto Real) que son imprescindibles para la operatividad del nuevo acceso a Cádiz, ya que acogerán todos los movimientos de tráfico sobre la bahía. Estas actuaciones presentan un grado de ejecución avanzado. Se trata de las siguientes:

Enlace de Cádiz. *La entrada a la ciudad se realizará por esta infraestructura, una intersección que se está remodelando para convertirla en una rotonda partida con cruce preferente desde el puente hacia la avenida de las Cortes de Cádiz. La remodelación se inició en mayo de 2014 y los trabajos se centran ahora en la ejecución de redes de pluviales, semaforización, alumbrado, telecomunicaciones y reposición de servicios afectados; próximamente arrancará la construcción del firme. La actuación supera el 45% de ejecución.*

Enlace de La Cabezuela. *Ubicado al final del tramo de acceso a Puerto Real, consiste en una rotonda a nivel inferior que permite todos los movimientos desde/hacia la zona industrial y residencial de los polígonos de La Cabezuela y Río San Pedro. Los ramales al tramo de acceso están construidos. Con la reposición de los servicios afectados ya concluida, actualmente se procede a restituir la urbanización y a ejecutar las primeras capas de firme. La obra está ejecutada al 50%, quedando pendientes la terminación del firme y los sistemas de contención y drenaje, además de señalización, iluminación y balizamiento.*

Viaducto de Río San Pedro. *Situada a continuación del enlace de La Cabezuela, esta estructura de 796 metros repartidos en 18 vanos albergará dos carriles por sentido. La estructura está terminada y actualmente se trabaja en la ejecución de la superestructura. Su grado de ejecución es del 80%.*

Enlace de Río San Pedro. *Conexión del nuevo acceso a Cádiz con la red viaria existente, que permitirá los movimientos hacia los dos puentes de acceso a Cádiz, hacia dos polígonos (La Cabezuela y Río San Pedro) y hacia Puerto Real y El Trocadero. Incluye dos viaductos (147 y 106 metros). La conexión está casi finalizada, con un grado de ejecución del 95%, e incluso están operativos los dos carriles del nudo en el sentido Sevilla-Cádiz, pero su apertura completa debe coordinarse con el avance del resto de la obra.*

Carro de encofrado en el tramo de acceso a Puerto Real.

rizontal de 150 metros e ilimitada en vertical. Consiste en una viga cajón metálico de 150 metros de longitud, 34 metros de anchura, 4.000 toneladas de peso y canto variable de 4-8 metros, una pieza muy singular tanto por su geometría como por los medios necesarios para su colocación.

El emplazamiento de esta estructura en su lugar definitivo, entre las pilas 9 y 10, ha sido una de las fases críticas de la obra, debido principalmente al gran peso del tablero. Su colocación ha requerido maniobras muy especializadas y complejas para su transporte, embarque, fondeo e izado, con el apoyo de equipos auxiliares especiales. Además, la operación ha estado condicionada por la meteorología local, para lo cual se han analizado los niveles de viento y oleaje, las mareas y las corrientes de la bahía, así como la necesidad de realizar operaciones en condiciones diurnas, para designar el momento idóneo.

Finalmente, los responsables de la obra eligieron el 27 de enero para realizar esta maniobra, aunque los preparativos comenzaron a principios de año. La estructura fue transportada desde su lugar de fabricación (una

Trabajos de transporte e izado de una de las secciones del tablero.

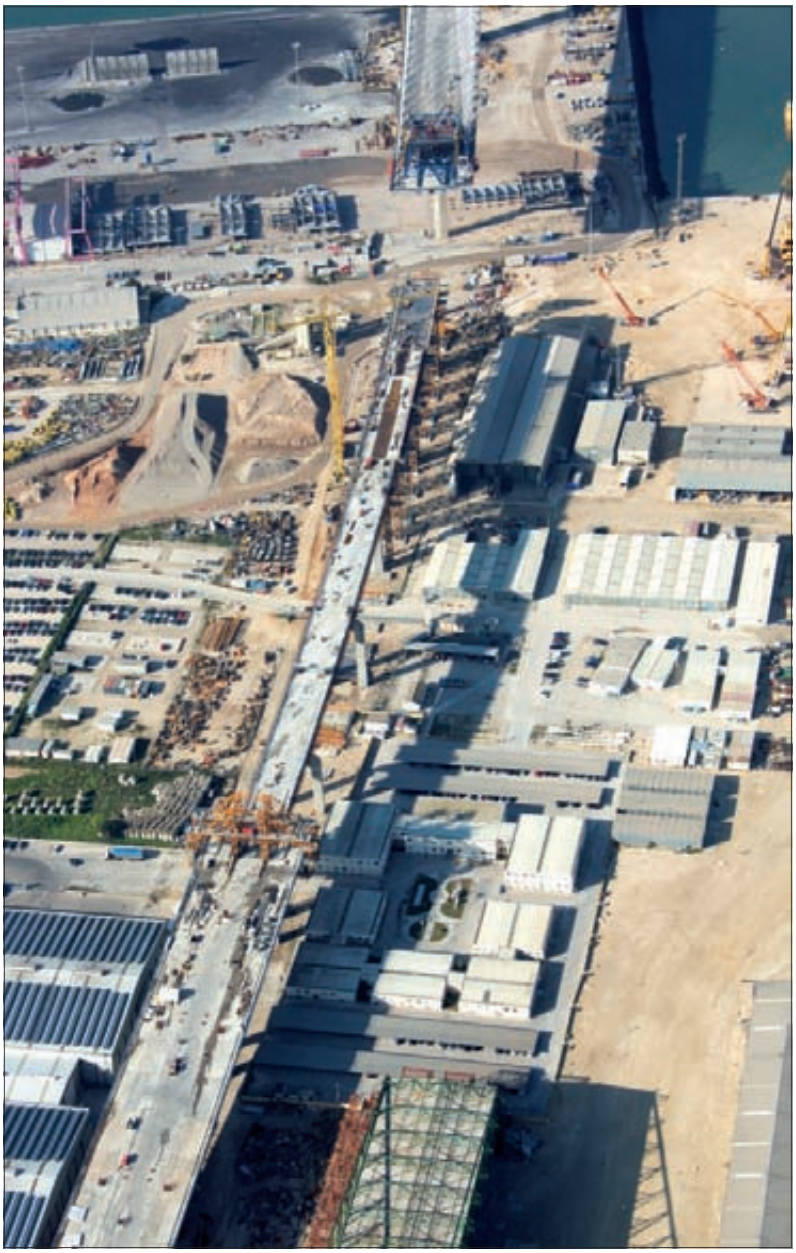
factoría de Puerto Real) al muelle mediante conjuntos de plataformas autopropulsadas constituidos por 168 ejes con una capacidad de elevación de 32 toneladas, e izada a la embarcación con grúas. Para el transporte marítimo se empleó una pontona de 100 metros de largo por 30 metros de ancho, cuya estabilidad y calado se mantuvieron con el apoyo de 22 bombas de 950 m^3/h.

Una vez en el lugar de fondeo, previamente dragado, se procedió al izado hasta la cota definitiva mediante sendos pórticos situados en las pilas 9 y 10, equipados con cuatro unidades de izado de 850 toneladas cada una, dos por punto de tiro, por lo que, dado el peso del tablero, sobraba capacidad de izado. Ambos pórticos, además, disponían de medios adicionales tanto para servir como retenida para la ejecución de la maniobra como para igualar la fuerza necesaria para el equilibrio del pórtico durante el izado. La colocación precisa del tablero entre las pilas 9 y 10 ha sido posible gracias a un sistema de diseñado con capacidad de ajuste suficiente, tanto transversal como longitudinal, para garantizar la correcta ubicación del tablero en su posición definitiva. La operación de izado y colocación del tablero, realizada con importantes garantías de seguridad, concluyó en apenas 12 horas.

La parte más vistosa del puente es un tramo atirantado formado por un tablero mixto de 1.180 m de longitud, de ellos 540 m sobre el agua

Aunque instalado sobre sus apoyos definitivos, el tramo desmontable aún no está conectado a los tramos contiguos, hecho que se llevará a cabo cuando se coloquen las correspondientes juntas de dilatación. Por otro lado, aunque la estructura metálica está finalizada, están pendientes labores de repaso, tanto de soldadura como de tratamiento superficial e interior, además de la ejecución de la superestructura. Actualmente este tramo se encuentra ejecutado al 90%.

Tramo atirantado. El tramo más vistoso del puente está formado por un tablero mixto hormigón-acero de 1.180 metros de longitud (540 metros sobre el agua), constituido por un cajón central de 10 metros de ancho y dos voladizos de 12,50 metros, con un ancho variable entre 33,2 y 34,3 metros que albergará cuatro carriles de circulación y una plataforma tranviaria. Está flanqueado por dos torres de atirantamiento de 181 y 186 metros de altura, una construida en el mar y otra en tierra, que lo sustentarán con 176 tirantes de acero activo, anclados a cada torre a un fuste superior formado por cajones metálicos.



Construcción del tablero y los voladizos del tramo de acceso a Puerto Real.

Izado del tramo desmontable entre las pilas 9 y 10.

▶ *Vista frontal de la sección de una dovela del tramo atirantado y carro de izado.*

Tras el izado de las dos torres de atirantamiento (pilas 12 y 13), que constituyó la primera gran operación de construcción (incluida cimentación profunda en el agua y en tierra), actualmente se ultima la ejecución del tablero. Este está formado por dovelas metálicas de 20 metros de longitud, 35 de anchura y un peso medio de 300 toneladas cada una, construidas en factorías sevillanas, transportadas por piezas a la obra y soldadas allí. Posteriormente son izadas y se ensamblan a la precedente mediante soldadura, siguiendo el método de voladizos sucesivos. Para esta operación se cuenta con el apoyo de grúas de más de 200 metros de altura y cuatro carros de izado, de 500 toneladas cada uno, construidos *ex profeso* para esta obra. Cada cierto tramo se anclan y tesan las parejas de tirantes correspondientes, al tiempo que se hormigonan las losas inferior y superior de las dovelas.

El proceso constructivo del tablero arrancó a finales de 2012 con el izado de la dovela 0 sobre la pila 13. El montaje de las dovelas ha avanzado por ambos lados de cada torre, montándose de forma alternativa hacia puntos kilométricos crecientes y decrecientes a partir de cada torre, de forma que existen cuatro extremos de avance de la estructura. En total se deben montar 64 dovelas, 32 desde la pila 12 (16 dovelas a la izquierda y 14 a la derecha, más dos dovelas 0 en las pilas 11 y 12), 31 desde la pila 13 (15 dovelas a derecha y 14 a izquierda, más una dovela 0 en pila 14 y la dovela de conexión con el tramo atirantado) y la dovela de cierre, de menor longitud que las demás.

Estado actual del tramo atirantado del puente.

A mediados de febrero estaban izadas 56 dovelas, 29 correspondientes a la pila 12 y 27 a la pila 13, conformando una imagen del tramo formada por dos tramos en forma de T con la mayor parte del tablero construido, aún separados entre sí y con los tramos contiguos, pero ya cerca del final. Y es que apenas restan por colocar ocho dovelas (siete mediante izado, pues la dovela de conexión con el tramo de hormigón se cimbra desde tierra), más la de cierre, lo que supone unos 160 metros para finalizar el tablero. Respecto a los tirantes, quedan pendientes de colocación y tesado ocho tirantes de un total de 88 en la torre 12 y 10 tirantes de 88 en la torre 13. Son cifras que elevan el grado de ejecución del tramo al 85%. Según las previsiones, a un ritmo esperado de una dovela a la semana aproximadamente, se estima que los trabajos en los extremos de avance de este tramo finalizarán previsiblemente en mayo.

Tramo de acceso a Puerto Real. El cuarto y último tramo, contiguo al tramo atirantado y que se desarrolla por completo en la orilla de Puerto Real hasta conectar con el enlace de La Cabezuela, presenta actualmente un grado de ejecución del 70%. Se trata de una estructura de 1.180 metros de longitud, con sección de tablero de hormigón pretensado ejecutado *in situ* y 23 pilas de dos tipos (de tipo palmera en el tramo entre las pilas 15 a 17 y de tipo pórtico en el tramo de la 18 a la 37), con luces entre 32 y 75 metros, que asciende hacia el tramo atirantado. Es una estructura singular, de ejecución muy compleja, que sin embargo resulta eclipsada por la imponente presencia del tramo atirantado.

En este viaducto se distinguen tres partes. Las dos más alejadas del tramo atirantado (una final, de 512 metros distribuidos en 13 vanos, con sección de tablero de hormigón pretensado y anchura variable, ejecutada mediante cimbra cuajada; y una de transición, de 54 metros de longitud, con tablero de sección transversal tricelular y anchura de 33,2 metros, ejecutada mediante cimbra porticada) están ejecutadas en su totalidad, quedando pendientes los trabajos de superestructura. Los trabajos se concentran actualmente en la tercera parte, contigua al tramo atirantado, formada por una estructura de 616 metros, distribuidos en seis vanos, con tablero de sección transversal tricelular, que se ejecuta mediante cimbra porticada y con apoyo de un carro de encofrado que avanza sobre raíles. En este tramo actualmente está en ejecución el 85% del tablero en su cajón central y el 40% de los voladizos que completan la sección.

COLABORANDO CON EL MINISTERIO DE FOMENTO EN LOS PROYECTOS Y ASISTENCIA TÉCNICA DE LOS NUEVOS ACCESOS A CÁDIZ

GINPROSA

José Echegaray, 18
28232 Las Rozas (Madrid)
Tel: 91 799 49 00 / Fax: 91 799 49 10
ginprosa@ginprosa.es

La red de Aena cierra 2014 con récord de movimientos y pasajeros

El año del despegue

Pepa Martín

El balance de actividad de los aeropuertos de la Red de Aena durante 2014 mejora con respecto a ejercicios anteriores, un 4,5 por ciento más de movimientos que durante 2013, alcanzando también una cifra récord de 195,9 millones de pasajeros, que consolida la tendencia positiva registrada durante los últimos catorce meses.

Aena

▶ *Vista general de la terminal del aeropuerto de Málaga-Costa del Sol.*

Por capítulos, el tráfico de pasajeros nacionales experimentó un crecimiento del 2 por ciento, con un total de 58,5 millones, pero el récord lo ha marcado el número de pasajeros de vuelos internacionales, que fueron más de 136,4 millones, un 5,7 por ciento más que en 2013.

A estos buenos resultados también habría que sumar los movimientos registrados en el aeropuerto de Londres Luton, que Aena gestiona desde noviembre de 2013, y que el pasado año superó la cifra de 10,5 millones de pasajeros con un crecimiento del 8,1 por ciento. Bate así su propio récord, alcanzado en 2008 con 10,2 millones de pasajeros.

De esta forma, tal y como destacó la ministra de Fomento, Ana Pastor, en el avance de estos datos, dados a conocer en la inauguración de la nueva zona comercial del aeropuerto de Málaga, "Aena es el primer operador aeroportuario del mundo en número de pasajeros", resultados que también alcanzan al número de operaciones, que se incrementaron un 2,3 por ciento hasta los 1,8 millones, al igual que las toneladas de mercancías, que han crecido un 7,2 por ciento hasta un total de 685.209.

Aena

Arriba, sala de embarque del aeropuerto de Gran Canaria. A la izqda., aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas.

▶ *Pasajeros embarcando en un aeropuerto español.*

Mejora generalizada

El aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas se mantiene como el primero de la Red, y cierra también 2014 con récord de cifras, con un crecimiento del ejercicio por encima de la media del conjunto de aeropuertos de Aena. Más de 41 millones de pasajeros han pasado a lo largo del pasado año por sus instalaciones, un 5,3 por ciento más que en 2013, el mayor incremento porcentual registrado desde 2007.

Le sigue el aeropuerto de Barcelona-El Prat que también logra en 2014 su mejor dato en número de pasajeros, 37.559.044, un 6,7 por ciento más que el año anterior, seguido del de Málaga-Costa del Sol, que con un 6,4 por ciento más llega hasta los 13.749.134 millones de pasajeros, mejorando su anterior récord de 2007, y el de Alicante-Elche, que por primera vez en su historia supera los diez millones de viajeros, un 4,4 por ciento más que en 2013.

El conjunto de los aeropuertos canarios también experimenta una mejora muy positiva. El de Tenerife Sur alcanza un nuevo récord con 9.176.274 pasajeros, un 5,5 por ciento más que en 2013, mejorando el dato histórico que no superaba desde 2001, al igual que el de Lanzarote, que con un incremento del 5,5 por ciento alcanza los 5.883.039 millones de pasajeros.

Consolidación

La tendencia positiva que se viene registrando en el último año en cuanto a recuperación del tráfico aéreo se consolida si valoramos los datos del mes de diciembre en la red de aeropuertos de Aena, que superó los 12 millones de pasajeros, un 4,3 por ciento más que el mismo mes del año anterior. De ellos, 7.872.326 eran de vuelos internacionales, un 5,2 por ciento más, y 4.310.173 nacionales, un 3,1 por ciento más.

El número de operaciones que se realizaron en diciembre pasado se incrementó un 0,8 por ciento si lo comparamos con el mismo mes de 2013, al igual que el de mercancías, que aumentó un 3 por ciento, alcanzando 59.527 toneladas en el último mes del año anterior.

En cabeza

El incremento constante de la actividad del aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas se consolida teniendo en cuenta que desde el mes de febrero de 2014 viene experimentando subidas consecutivas en el número de pasajeros, una situación que se repite a partir de marzo en el número de operaciones.

Facturación de equipaje en el aeropuerto de Alicante-Elche.

Así, el aeropuerto madrileño se sitúa con un crecimiento registrado en 2014 por encima de la media del conjunto de aeropuertos de la Red de Aena, que ha sido del 4,5 por ciento en cuanto a pasajeros, y un 2,3 por ciento respecto a operaciones, mientras que las instalaciones madrileñas han crecido un 5,3 y un 2,9 por ciento respectivamente.

Las cifras acumuladas en 2014 mejoran las del año anterior, tanto en pasajeros de vuelos comerciales internacionales, un 6,9 por ciento más y un total de 29.618.803 pasajeros, como en el caso de los vuelos comerciales nacionales, un 1,6 por ciento más, con 12.146.090 pasajeros; en ambos casos, superando los registros de 2007, que hasta la fecha situaban a este ejercicio con el récord.

Respecto a las operaciones realizadas para el tráfico de mercancías, el aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas ha registrado 366.644 toneladas durante el pasado año, un 5,8 por ciento más que el año anterior, y un 53 por ciento del total de la carga aérea movilizada en la red de Aena.

Estos incrementos consolidan la tendencia registrada en el último año, y si comparamos el mes de diciembre de 2014 con el del año anterior, los 3.345.050 pasajeros registrados representan un incremento del 9,8 por ciento.

También en lo que se refiere a operaciones, los 27.622 vuelos comerciales gestionados en diciembre suponen un incremento del 5,9 por ciento respecto al dato registrado en el mismo mes del año anterior, el décimo mes consecutivo de crecimiento y el mayor incremento porcentual en un mes desde el de febrero de 2008.

Las mercancías movilizadas en diciembre de 2014 han sido 33.741 toneladas, en este caso prácticamente el mismo volumen de carga, teniendo en cuenta que en diciembre de 2013 se registraron 33.809 toneladas.

	OPERACIONES	
Aeropuertos	**Total**	**% Inc 2014/s 2013**
ADOLFO SUÁREZ MADRID-BARAJAS	342.601	2,9%
BARCELONA-EL PRAT	283.850	2,7%
PALMA DE MALLORCA	172.628	1,5%
MÁLAGA-COSTA DEL SOL	108.263	5,8%
GRAN CANARIA	102.211	7,0%
ALICANTE-ELCHE	71.570	4,8%
TENERIFE SUR	60.290	7,7%
IBIZA	60.142	6,8%
VALENCIA	56.438	-1,3%
TENERIFE NORTE	52.689	6,9%
LANZAROTE	49.575	12.0%
BILBAO	42.590	-0,2%
SEVILLA	42.380	1,9%
FUERTEVENTURA	40.066	12,9%

Vera Nosti

Descenso de pasajeros de un avión en la T4 de Adolfo Suárez Madrid-Barajas.

Según los datos de ACI Europa (Airport Council Internacional), el aeropuerto madrileño ha destacado también con su crecimiento continuado durante 2014 entre los grandes aeropuertos europeos, y a fecha del mes de octubre ocupaba el cuarto lugar en cuanto a incremento de la actividad.

Destacar, en este sentido, las nuevas rutas que las compañías aéreas han abierto desde el aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas a distintos destinos. Es el caso de Ryanair, que ha estrenado vuelos a Bremen y Colonia, en Alemania; Eindhoven, en Holanda, y Varsovia-Modlin, en Polonia, como destinos europeos, al que se suma Fez, en Marruecos; o Iberia Express a las ciudades alemanas de Stuttgart y Hannover, o Air Europa a Oporto, en Portugal.

También se han iniciado las operaciones de Ethiopian Airlines en España a través de una nueva ruta abierta entre el aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas con Adís Abeba (Etiopía), vía Roma, con tres frecuencias semanales, además de las compañías Norwegian, que ha lanzado nuevos vuelos a Londres, Oslo, Varsovia, Estocolmo, Hamburgo, Helsinki y Malta; United Airlines que vuela a Washinton, y Air Europa a Miami.

Por otro lado, las instalaciones madrileñas se consolidan como el principal centro de conexiones de Europa con Iberoamérica gracias a la inauguración en el mes de junio del nuevo *hub* de Air Europa y la alianza SkyTeam en las terminales T1, T2 y T3, que se añade al de Iberia y al grupo IAG y la alianza Oneworld en las terminales T4 y T4S, mientras que los vuelos nacionales y Schengen se operan desde las terminales T2 y T3.

De esta forma, las tres terminales del Adolfo Suárez Madrid-Barajas se convierten en una plataforma estratégica para las aerolíneas de la alianza SkyTeam, que disponen de un centro de conexiones de vuelos en el que pueden concentrar a pasajeros que proceden de distintas ciudades y quieren volar a un mismo destino.

	PASAJEROS	
Aeropuertos	**Total**	**% Inc 2014/s 2013**
ADOLFO SUÁREZ MADRID-BARAJAS	41.833.374	5,3%
BARCELONA-EL PRAT	37.559.044	6,7%
PALMA DE MALLORCA	23.115.499	1,5%
MÁLAGA-COSTA DEL SOL	13.749.134	6,4%
GRAN CANARIA	10.315.732	5,6%
ALICANTE-ELCHE	10.065.873	4,4%
TENERIFE SUR	9.176.274	5,5%
IBIZA	6.211.882	8,5%
LANZAROTE	5.883.039	10,3%
FUERTEVENTURA	4.764.632	11,9%
VALENCIA	4.592.512	-0,6%
BILBAO	4.015.352	5,6%
SEVILLA	3.884.146	5,3%
TENERIFE NORTE	3.638.953	3,2%

Prueba de carga del viaducto sobre el río Ulla

Examen final

Vista del viaducto al paso de uno de los convoyes utilizado durante las pruebas de carga.

Javier R. Ventosa. Fotos: IDEAM

El Eje Atlántico de alta velocidad entre Santiago de Compostela y Vigo apura la fase final de construcción. El viaducto sobre el río Ulla, principal estructura de esta línea y última en construirse, ya está terminado y se ha sometido recientemente al examen final, las preceptivas pruebas de carga, que son un requisito imprescindible para su puesta en servicio.

Esbelto e integrado en el entorno. Son algunas de las características que definen al nuevo viaducto sobre el río Ulla, principal estructura de ingeniería del Eje Atlántico. Tanto por su complejidad constructiva como por su lugar de emplazamiento, el estuario de la ría de Arousa, o incluso por el récord que atesora (posee el vano central de mayor luz del mundo, 240 m, entre los viaductos de su tipología), constituye una estructura de gran singularidad y "un referente a nivel mundial", en palabras de la ministra de Fomento. Además, será un símbolo para las comunicaciones ferroviarias en Galicia, al servir de nexo de unión entre las provincias de A Coruña y Pontevedra.

Para las pruebas de carga estática el convoy se situó en distintos puntos del tablero durante tres jornadas.

La construcción de esta estructura, que ha estado sometida a importantes condicionantes medioambientales, se inició a principios de 2009 con los trabajos de cimentación, tanto en tierra como en el agua; progresó luego con la ejecución de las 11 pilas que lo sustentan, tres sobre el cauce; continuó con el complicado montaje de la celosía de color verde que la caracteriza, proceso iniciado en los dos vanos laterales y finalizado en el central; y ha culminado a finales de 2014 con la ejecución de la losa superior de hormigón. Sobre el tablero, de 14 metros de anchura, se ha montado la vía y la superestructura que harán posible el paso de los trenes.

Fase de ensayos

Una vez finalizada la obra civil, la dirección de obra ha sometido a la estructura a las preceptivas pruebas de resistencia, una condición de obligado cumplimiento recogida en la normativa de construcción del Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (Adif), que es indispensable para autorizar su puesta en servicio. Su finalidad no es otra que la de comprobar que el viaducto se ha ejecutado correctamente y que cumple con todos los requisitos técnicos y de seguridad, garantizando de esta forma que los trenes pueden circular sobre el mismo con todas las garantías.

Estas pruebas se prolongan durante días, ya que se componen de un conjunto de operaciones de control de la estructura. Entre ellas se incluyen la inspección preliminar, donde se comprueba el estado de los distintos elementos del viaducto; el análisis del proyecto constructivo, que permite comprobar si se han realizado modificaciones respecto al proyecto original; la inspección principal, que aporta información sobre el estado funcional y resistente de la estructura, con objeto de determinar si puede cumplir su función con seguridad; y las pruebas de carga, que permiten conocer cómo reacciona la estructura al paso de los trenes. El proceso concluye con el análisis y el informe final de resultados.

Objetivo cercano

El objetivo de culminar el Eje Atlántico entre A Coruña y Vigo, línea que enlazará las principales ciudades de la fachada atlántica gallega, está ya cerca de ser una realidad. Actualmente se avanza a buen ritmo en los dos últimos tramos de la parte sur de la línea entre Santiago y Vigo: la variante Padrón-Vilagarcía de Arousa, donde se encuentra el viaducto sobre el río Ulla, y el tramo Arcade-Vigo Urzaiz. Ambos tienen la plataforma terminada y ultiman la instalación de la superestructura (vía, electrificación e instalaciones seguridad, señalización, control del tráfico y comunicaciones).

La conclusión de estos trabajos permitirá poner en servicio este año el trayecto entre Santiago y Vigo (93,9 km), que quedará conectado al trayecto A Coruña-Santiago (61,7 km), ya operativo. La finalización del Eje Atlántico, al que el Ministerio de Fomento ha destinado 837,8 M€ en esta legislatura, revertirá en importantes ahorros en los tiempos de viaje en todas las relaciones. Con el nuevo trazado se podrá viajar entre Vigo y A Coruña en una hora y 10 minutos, y entre Santiago y Vigo en alrededor de 45 minutos.

Pruebas estáticas y dinámicas

El viaducto sobre el río Ulla se ha sometido durante el mes de febrero a las preceptivas pruebas de carga, que constituyen la fase más vistosa de los ensayos ya que implican el empleo de material rodante. La naturaleza de estas pruebas ha venido definida por el anteproyecto de prueba de carga elaborado por la consultora pública Ineco, donde se concretan las diferentes hipótesis de carga a reproducir sobre el viaducto, así como los medios materiales a emplear para las mismas, con objeto de obtener datos sobre la respuesta de la estructura a las cargas actuantes. Las pruebas se han dividido en dos tipos: pruebas de carga estática y pruebas de carga dinámica.

Para las primeras se ha empleado un vehículo ferroviario compuesto por cuatro conjuntos de una locomotora 333 de Renfe (de seis ejes, de 20 toneladas cada uno) y un máximo de diez tolvas cargadas de balasto

Datos del viaducto

Tipología	celosía mixta
Longitud	1.620 m
Luz principal	240 m
Altura máxima pilas	60 m
Tramos	3 (370 m-930 m-320 m)
Vanos	12
Pilas	11 (tres en el cauce)
Peso celosía	20.000 t
Periodo ejecución	2009-2014
Constructora	Dragados/Tecsa
Proyecto	Ideam/Euroestudios
Asesoría técnica en estructuras a AT y DO	Ideam
Asistencia técnica a la DO	Typsa
Presupuesto	117,4 M€

Ministerio de Fomento

Las pruebas de carga han permitido comprobar, entre otros vectores, el comportamiento del viaducto frente a acciones dinámicas.

(cada una compuesta por cuatro ejes de 20 toneladas cada uno). Durante tres días, los convoyes se han situado en distintas posiciones a lo largo de los tres tramos en que se divide el viaducto (vanos de acceso del lado Catoira, vanos de acceso del lado Rianxo y vanos centrales), siempre en las dos vías de forma simultánea, hasta completar un total de 18 posiciones de carga diferentes. En cada vano se han instalado aparatos de medición (transductores de desplazamientos), encargados de medir las flechas (deformaciones de la estructura) y las aceleraciones.

En cuanto a las pruebas de carga dinámica, se celebraron el pasado 13 de febrero en presencia de la ministra de Fomento, Ana Pastor, que había acudido para supervisar los trabajos del Eje Atlántico en esta zona. Esta prueba consistió en el paso de un tren de carga por el viaducto a distintas velocidades, desde estática y velocidad media hasta la máxima velocidad permitida en ensayos, así como una prueba de frenada. Su objetivo es recabar de los sensores información adicional sobre la estructura, más allá de la proporcionada por la prueba de carga estática. En concreto, con esta prueba se ha obtenido información relevante sobre las frecuencias propias de vibración y el amortiguamiento de la estructura, dos parámetros básicos del viaducto en su comportamiento frente a acciones dinámicas. También ha sido de utilidad para detectar anomalías de carácter funcional, como movimientos imprevistos en aparatos de apoyo o vibraciones.

El análisis de los resultados de ambas pruebas permitirá a los responsables de Adif conocer cómo se comportará el viaducto ante el paso de convoyes de la tipología que recorrerá el Eje Atlántico, así como determinar la aptitud de la estructura para su puesta en servicio. ▮

EJE ATLÁNTICO DE ALTA VELOCIDAD

Asistencia Técnica y Control y Vigilancia de las Obras de los tramos Villagarcía de Arousa – Catoira y Viaducto del río Ulla

Puerto Cortés, Honduras

Proyecto y supervisión de la ampliación de la terminal de graneles sólidos

Metro de Estocolmo

Planificación y diseño de 11 km de nueva línea con un túnel en roca bajo el mar de Saltsjön

Aeropuerto de Guarulhos, Sao Paulo, Brasil

Plan director y proyecto básico y constructivo de la ampliación y modernización del aeropuerto

detrás de grandes obras siempre hay una gran ingeniería

- Conocimiento, experiencia, capacidad técnica e independencia empresarial.
- 2.500 profesionales de la consultoría al servicio de la inversión en infraestructuras y equipamientos, tanto en España como en el mercado internacional.
- Desarrollo propio de tecnologías aplicadas y nuevos sistemas avanzados. Más de 30 proyectos de I+D+i en marcha.
- Exportación de ingeniería española a todos los continentes, contribuyendo al desarrollo sostenible y a la mejora de la calidad de vida de los ciudadanos.

TYPSA

INGENIEROS CONSULTORES Y ARQUITECTOS

www.typsa.com

Salvamento Marítimo intervino en unas 5.000 emergencias en 2014

Lanzando cabos

Begoña Olabarrieta. Fotos: Sasemar

A lo largo de 2014 la Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima (Sasemar) coordinó el rescate, asistencia o búsqueda de 14.413 personas en las 5.041 actuaciones desarrolladas en toda España, gracias a un equipo de 1.500 trabajadores que han conseguido posicionar a este servicio como un referente en Europa.

La ministra de Fomento, Ana Pastor, presentaba a comienzos de año el balance anual de la Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima relativo a 2014: 14.413 personas atendidas en 5.041 acciones de rescate, de asistencia o de búsqueda y 1.500 profesionales implicados en el éxito de este servicio.

Un balance que cada año dibuja el panorama de las acciones de emergencia en el mar y de la respuesta de Salvamento Marítimo, entidad dependiente del Ministerio de Fomento que, como resaltó Ana Pastor, ha conseguido convertirse en un referente para servicios similares en toda Europa.

▶ *Tareas de rescate y evacuación de la tripilación de un mercante en aguas gallegas.*

Con un sistema de alerta de 24 horas, Salvamento Marítimo tuvo una media diaria de 14 actuaciones y 39 personas atendidas durante el pasado año; unos datos que muestran una variación frente al ejercicio de 2013: se produce un descenso en el número de actuaciones, un 1,5% menos, pero se incrementa el de atenciones, un 10% más.

En su mayoría, las actuaciones estuvieron relacionadas con el salvamento de vidas en la mar, en concreto 3.921 del total; a las que se suman 795 intervenciones dirigidas a garantizar la seguridad marítima y otras 325 relacionadas con la protección del medio ambiente marino.

Asistencia a pateras

Se destaca en este balance anual la labor de asistencia a pateras en las zonas Sur y Levante, y la atención a los inmigrantes que iban a bordo de las mismas. En 2014 Salvamento Marítimo coordinó la asistencia a 5.330 personas que intentaban llegar a las costas españolas a bordo de 423 de estas embarcaciones, procedentes del continente africano.

En estas intervenciones los equipos de Salvamento rescataron a un total de 3.500 inmigrantes, que fueron

David S. Bustamante

1.500 profesionales prestan sus servicios en el salvamento y seguridad en el mar en España.

GRÁFICO (cuadro por zonas). Balance 2014

Zona	Actuaciones	Personas rescatadas
Andalucía	1.077	6.306
Canarias	648	2.142
Cartagena	84	306
Cataluña	646	1.565
C. Valenciana	480	788
Galicia	484	783
Gijón	219	398
País Vasco	296	511
Santander	88	125
Baleares	535	1.381

trasladados a puertos españoles, mientras que el resto fueron auxiliados por medios marroquíes y trasladados a Marruecos.

Por fachadas, el volumen de emergencias relacionadas con pateras tiene especial incidencia en Andalucía, donde desde los cuatro centros ubicados en esa Comunidad Autónoma se atendió a 4.965 inmigrantes de 400 embarcaciones.

Por importancia en número les siguen Canarias, atendiendo a 254 personas procedentes de 13 pateras; Cartagena, con 92 personas a bordo de 8 embarcaciones, y la Comunidad Valenciana, con 19 personas asistidas procedentes de 2 pateras.

Pero además de este tipo de embarcación en 2014 hubo otro tipo de buques implicados; en total fueron 3.535, algo menos que en 2013, año en el que ascendieron a 3.789.

.\ Embarcaciones de recreo

En su mayoría, el 55% de todos los casos atendidos, los implicados en las labores de emergencia fueron embarcaciones de recreo (1.953), con especial incidencia en Baleares, donde del total de los 420 barcos auxiliados, 381 eran de este tipo; seguidos en volumen por la Comunidad Valenciana y el País Vasco, con 209 y 138 respectivamente.

▶En el balance anual destacan las asistencias a pateras en las zonas Sur y Levante.

Nuevas tecnologías para la seguridad

Desde el pasado mes de julio Sasemar facilita una aplicación para smartphone *destinada a mejorar la seguridad en la náutica de recreo.*

Se llama App SafeTrx y se puede descargar de forma gratuita tanto en dispositivos Android como Apple. Su misión es monitorizar los viajes de la embarcación, avisar a los contactos designados por el usuario cuando hay retrasos en el viaje programado y proporcionar información a Salvamento Marítimo sobre la derrota de una embarcación para tomar las acciones oportunas.

Es una aplicación que está especialmente orientada a mejorar la seguridad en la navegación de las embarcaciones de recreo que no disponen de sistemas de identificación automática, pero que no sustituye a los dispositivos del sistema mundial de socorro y seguridad marítima que deba llevar una embarcación determinada, sino que los complementa.

Con SafeTrx el navegante puede introducir de forma sencilla los detalles de su plan de navegación en su smartphone *y zarpar sabiendo ,que si no llega a la hora prevista, su contacto de emergencia y él mismo recibirán una alerta. La aplicación envía periódicamente datos de localización a Salvamento Marítimo, con lo que la capacidad para dar una respuesta rápida en una emergencia es mayor.*

Esta aplicación, desarrollada en Irlanda, ya funciona en ese país y en otros, como Australia o Reino Unido, a través de organismos relacionados con el salvamento o la náutica, y está en estudio en otras naciones.

Coordinación con Puertos del Estado

Puertos del Estado y la Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima firmaban en marzo del pasado año un acuerdo para la ordenación, coordinación y control del tráfico marítimo portuario, y también la intervención en situaciones de emergencia ocasionadas por contaminación marina.

Tras la firma de este acuerdo Sasemar es el organismo encargado de este control en los puertos del Estado con arreglo a los estándares internacionalmente establecidos para los Servicios de Tráfico de Buques, que contemplan servicio de información, servicio de organización del tráfico y la asistencia a la navegación.

Además se encarga de dar respuesta a las necesidades específicas de cada puerto; la coordinación y control de las operaciones asociadas a los servicios portuarios, comerciales y otras actividades; la asistencia en labores de gestión y administración portuaria relacionadas con el tráfico marítimo y las operaciones portuarias; y la coordinación de las tareas de prevención, y actuaciones de emergencia, salvamento y lucha contra la contaminación.

Hugo Ramos

A estos, les siguen en volumen de intervenciones los pesqueros (547 implicados en toda España) y los mercantes (403); mientras que los 632 casos restantes estuvieron relacionados con otros tipos de embarcaciones o artefactos flotantes.

A todas estas labores de rescate e intervención hay que sumar actuaciones en las que no se han visto involucrados buques y que corresponden a asistencias de diferentes tipos a personas en dificultades: caídas al mar, rescate en acantilados, etc.

Por otra parte, y completando el ámbito de actuación, el número total de buques controlados por los 20 centros de Salvamento Marítimo durante 2014 fue de 305.270, de los cuales 143.445 corresponden a buques identificados a su paso por los Dispositivos de Separación de Tráfico de Fisterra, Tarifa y Cabo de Gata y Canarias Oriental y Occidental; mientras que los otros 161.825 buques se controlaron en las entradas/salidas de los puertos españoles. ▮

▶ Sobre estas líneas, dos operaciones de asistencia y rescate de Sasemar. A la izqda., embarcación "Salvamar" de Sasemar.

Centro de publicaciones

Librería de publicaciones oficiales

www.fomento.gob.es

Vista de la T4 del aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas.

Sistema de vigilancia por radar.

Aprobado el Programa Estatal de Seguridad Operacional para la Aviación Civil

Anticipar y prevenir

▶ *Aeropuerto de Alicante-Elche.*

R.F. Fotos: Aena

El Programa Estatal de Seguridad Operacional para la Aviación Civil (PESO), aprobado recientemente por el Gobierno a instancias del Ministerio de Fomento, además de configurarse como una valiosa herramienta para facilitar la toma de decisiones en el ámbito de la seguridad aérea, busca reforzar la prevención mediante la evaluación continua de riesgos y estimulando la participación de los principales agentes del sector.

A iniciativa del Ministerio de Fomento, el Gobierno aprobó el pasado 23 de enero el Programa Estatal de Seguridad Operacional para la Aviación Civil (PESO), con el que ante todo se busca reforzar la seguridad aérea mediante la aplicación de modelos de gestión basados en la prevención y en la mayor participación de los diferentes agentes que integran el sector, desde los fabricantes y proveedores de material aeronáutico, a los prestadores de servicios y gestores de infraestructuras, etc.

.\ Contexto internacional

El nuevo Programa Estatal se adapta a los requerimientos establecidos por la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) en la materia, de manera singular a uno de sus principios esenciales, que establece que los niveles aceptables de rendimientos en cuanto a seguridad operacional sean determinados por los Estados. En este sentido, OACI define el Programa Estatal de Seguridad Operacional como el conjunto integrado de reglamentos y actividades destinado a mejorar la gestión de la misma, e insta a los países a exigir que también los proveedores de servicios y productos aeronáuticos implanten sistemas de gestión de la seguridad operacional acordes con los objetivos de los programas estatales.

Conforme a esos requerimientos, la Unión Europea, a fin de avanzar en la gestión coordinada de su espacio aéreo, ha definido también tres grandes ejes o líneas de actuación en materia de seguridad operacional. En primer lugar, la Estrategia Europea de Seguridad Operacional, considerada como el conjunto de políticas y objetivos decididos al respecto por la Comisión Europea. En segundo, el Programa Europeo de Seguridad Operacional para la Aviación, caracterizado hoy por el conjun-

to integrado de reglamentos y actividades dedicados a gestionar la seguridad operacional en Europa conforme al marco del Reglamento Base de la Agencia Europea de Seguridad Aérea (EASA), que establece unas normas comunes en materia de seguridad operacional en el ámbito comunitario. Finalmente, el tercer gran eje lo configura el Plan Europeo de Seguridad Operacional para la Aviación, también elaborado por EASA y donde se definen las áreas prioritarias en la materia para los países de la UE, así como las medidas de control y seguimiento necesarias. Los objetivos del Plan se establecen a cuatro años, aunque se procede a la revisión anual del mismo.

El Programa Estatal de Seguridad Operacional se ha desarrollado según las pautas fijadas por la EASA y la OACI

Además de todo ello, y como consecuencia de la regulación derivada del Programa Cielo Único Europeo, coexiste un marco regulatorio contrastado, cuyos objetivos, en consonancia con los de los países comunitarios, buscan, además de incrementar la capacidad y fluidez en el espacio aéreo del Viejo Continente, aumentar también la eficiencia global en los sistemas de gestión del tráfico aéreo.

En este sentido, dentro de la normativa desarrollada para su aplicación en el ámbito comunitario, cabe des-

Sistema de aterrizaje instrumental (ILS).

Radioayuda del aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas.

Componentes del Programa Estatal de Seguridad Operacional

1.- Política y objetivos estatales de seguridad operacional

a) Marco legislativo estatal en materia de seguridad operacional.

b) Las responsabilidades funcionales y obligación de rendición de cuentas del Estado respecto de la seguridad operacional.

c) Investigación de accidentes e incidentes.

d) Política de cumplimiento.

2.- Gestión estatal de los riesgos de seguridad operacional

a) Requisitos de seguridad operacional para proveedores de servicios y productos aeronáuticos.

b) Acuerdo sobre el rendimiento en materia de seguridad operacional de los proveedores de servicios aeronáuticos.

3.- Aseguramiento estatal de la seguridad operacional

a) Supervisión de la seguridad operacional.

b) Recopilación, análisis e intercambio de datos sobre seguridad operacional.

c) Fijación de objetivos en función de los datos de seguridad operacional para la supervisión de los elementos más preocupantes o que requieren mayor atención.

4.- Promoción estatal de la seguridad operacional

a) Instrucción, comunicación y divulgación internas de la información sobre seguridad operacional.

b) Instrucción, comunicación y divulgación externas de la información sobre seguridad operacional.

Estacionamiento de aeronaves de la T4 del aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas.

tacar: el Reglamento1035/2011 de la Comisión, que determina los requisitos comunes para la prestación de servicios de navegación, entre ellos el de disponer de un sistema de gestión de la seguridad operacional por parte de los proveedores de servicios de navegación aérea; el Reglamento 1034/2011 de la Comisión, sobre la supervisión de la seguridad en la gestión del tránsito aéreo y los servicios de navegación aérea, y el Reglamento de ejecución n.º 390/2013, en el que se define un sistema de evaluación del rendimiento de los servicios de navegación aérea y de las funciones de red y que, junto con la Decisión de Ejecución de la Comisión de 11 de marzo de 2014, donde se fijan los objetivos de rendimiento de la red de gestión del tránsito aéreo para el período 2015-2019 en la UE, establece los indicadores y objetivos de rendimiento en materia de seguridad operacional en los países comunitarios.

Pautas y desarrollo

El Programa Estatal de Seguridad Operacional para la Aviación Civil ha sido desarrollado, pues, teniendo en cuenta las pautas fijadas por la EASA y la OACI, así como la normativa comunitaria adoptada al respecto.

En concreto, por lo que respecta al desarrollo de su marco y líneas generales, se han seguido fielmente las pautas de la OACI que definen 4 grandes áreas de contenidos, de las que se derivan otros 11 capítulos prioritarios. Esas cuatro grandes áreas del Programa son: la política y objetivos estatales de seguridad operacional; la gestión estatal de los riesgos de seguridad operacional; el aseguramiento estatal de la seguridad operacional, comprendiendo la supervisión, recopilación, análisis, intercambio de datos y fijación de objetivos, y por último, la promoción estatal de la seguridad operacional (para más detalle, ver cuadro adjunto).

Con todo ello el Programa, además de ofrecer una visión integrada del sector aéreo civil en nuestro país, se constituye como una herramienta de ayuda necesaria para identificar, evaluar y prevenir cualquier tipo de riesgos asociados a la seguridad operacional. El PESO busca, en definitiva, extender un enfoque preventivo en la gestión de la seguridad, agilizando el diagnóstico y anticipando la adopción de las medidas correctoras necesarias con la participación activa de los agentes del sector.

Para avanzar en el alcance de sus objetivos, la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA) trabaja ya adicionalmente en la confección de un Plan de Acción de Seguridad Operacional (PASO), que comprende también la elaboración de un informe o memoria en la que con periodicidad anual se reflejarán los cumplimientos del Programa.

Junto a estas líneas, túnel de Almona. Debajo, viaducto de La Falla (AHP de Málaga, fondo Luis Agel).

150 AÑOS DEL FERROCARRIL CÓRDOBA-MÁLAGA

Un agreste recorrido

Texto y fotos: María del Carmen Heredia Campos

La construcción del ferrocarril de Córdoba a Málaga nace como respuesta a la necesidad de los grandes industriales y agricultores malagueños de impulsar y ampliar sus negocios dando salida a sus mercancías por un camino más rápido y económico que el comúnmente utilizado con carros y acémilas. Los productos agrícolas irían hacia el norte y de allí a Europa sin deteriorarse en el camino, y los siderúrgicos hacia el puerto de Málaga y desde él se distribuirían a todo el Mediterráneo. Sobre el papel era un proyecto perfecto.

Estamos en la pujante Málaga de mediados del siglo XIX, en que los grandes inversores y emprendedores locales aspiran a modificar sus fuentes de negocio tradicionales en la provincia, como la uva y la pasa, el vino o el aceite, por otros de desarrollo industrial, apoyados en nuevos productos como el hierro de las ferrerías de la casa Heredia, los tejidos de los telares de la casa Larios u otras industrias auxiliares, o en la introducción de nuevos cultivos de regadío como los cítricos en la vega del río Guadalhorce o la revitalización de la caña en su desembocadura para sus fábricas de azúcar. Industrias que funcionan con máquinas de vapor alimentadas con carbón, cuando el carbón mi-

▶ *Viaducto de La Fuente.*

neral español de los yacimientos del norte resultaba muy caro para los industriales del sur por el coste de un largo y lento traslado, mientras que el carbón inglés, algo más barato, estaba gravado aún con fuertes aranceles. Los comerciantes debían afrontar pese a todo la devaluación de muchos de los productos que entraban por el puerto o se recogían en sus campos, pero que debían encarecerse o correr serio riesgo de deterioro como consecuencia del lento viaje en carros hacia otros lugares de España. Con este sobrecoste, en definitiva, el comercio malagueño raramente resultaba competitivo.

Industriales y hacendados –en gran parte los mismos– deciden apostar por un medio de transporte innovador y rápido, el ferrocarril, y proyectan traer con él el carbón de piedra de las ricas minas de Espiel y Bélmez (Córdoba), necesario para sus fábricas, a la vez que establecer en el puerto de Málaga un gran depósito del mineral para venderlo por todo el Mediterráneo, bien con la flota propia de la casa Heredia (de 18 veleros en 1846), bien con otros barcos que arribasen al puerto. La rapidez del nuevo transporte también les permitiría una mejor distribución de sus productos comerciales, recoger los de otros sectores y recibir abonos y semillas para sus campos. Con la idea de enlazar el puerto con el interior de España a través de Córdoba, empiezan a planificar en 1845 cómo conseguir un camino de hierro que irá sufriendo toda clase de incidencias en su trazado hasta lograr el definitivo ferrocarril Córdoba-Málaga, que, inaugurado en 1865, cumple 150 años en 2015 manteniendo su antiguo recorrido, si bien conviviendo desde 2007 con la línea de alta velocidad.

El largo camino

En sus inicios, la construcción del ferrocarril español se consideraba un negocio particular, y el gobierno, remiso a tomar decisiones de apoyo económico a un medio con su rentabilidad por demostrar, se limitaba a dar las concesiones, proporcionar los terrenos y supervisar los proyectos, con lo que la construcción de los caminos de hierro solo la podían afrontar hombres con gran capacidad de inversión y riesgo ante un éxito inseguro, lo que dilataba las obras en azarosas búsquedas de capital y daba lugar al paso de las concesiones de unas manos a otras por caducidad o por inactividad.

Es en 1851 cuando se crea el Ministerio de Fomento como responsable, entre otras, de las políticas ferroviarias, y se inicia la ordenación de las concesiones con otorgamiento de subvenciones, y cuando también se constituye en Málaga una comisión compuesta por los representantes de su Diputación y su Junta de Comercio. En su nombre, Martín Larios solicita una concesión, que obtiene en 1852, para construir un camino de hierro de Málaga a Córdoba, en base al estudio y planos realizados en 1851 por técnicos ingleses. Con dirección noroeste en el tramo inicial y luego más hacia el norte por el curso del río Guadalhorce, el proyecto de la línea atraviesa los tajos del Gaitán hasta describir a su salida una amplia curva hacia el este, hasta Antequera, donde retoma dirección norte para finalizar en Almodóvar del Río y enlazar con la línea de Sevilla a Córdoba, ya en proyecto. Es este el primer plano que se tiene de la línea, en el que pronto se trazará una rectificación desde Bobadilla, desechando el acercamiento a Antequera para cortar en línea recta hasta Fuente de Piedra y, desde allí, continuar por la traza anterior ofreciendo un recorrido de 178 km. A partir de este momento, es cuando empiezan las dilaciones en el proyecto que impedirían su final feliz. No fueron solo las precauciones de la Administración, lógicas ante un sistema

altamente innovador del que se no se controlaban las consecuencias y no se decidía si proteger o liberalizar, ni las comprensibles presiones de unos pueblos u otros por contar con acceso al camino de hierro, ni tampoco la búsqueda de capitalistas para financiar tan magna empresa; fue la suma de todos esos factores la que retrasó hasta diez años el comienzo del tendido. Y finalmente, aunque el proyecto se culminó en un tiempo récord pese a su dificultad, no reportó la rentabilidad esperada a los inversores y las industrias locales.

Otorgada la primera concesión a Larios en 1851, surgen de inmediato los primeros problemas con otro malagueño, el gran promotor del ferrocarril español, José de Salamanca, apoyado por los inversores descontentos con el trazado aprobado al no pasar este por los grandes centros productores de Andalucía situados entre la parte oriental de la provincia de Córdoba y la occidental de Jaén, con los cuales Málaga mantenía un activo intercambio comercial recibiendo aceite y grano y enviando productos coloniales, telas y manufacturas. Se produce la pugna entre los dos malagueños que finaliza con la anulación de la concesión a Larios y una nueva subasta que obtiene Salamanca en 1854 con un nuevo trazado, obra del inglés Wilson. Esta línea, conocida como Ferrocarril de Málaga a Almodóvar, que si bien circula por los tajos del Gaitán al igual que el de Larios y termina igualmente en Almodóvar, sí recorre los pueblos más importantes de la campiña cordobesa no surcados por el trazado anterior.

El 16 de septiembre de 1863 se terminaba el tendido del primer tramo, de Málaga a Álora, y dos años despues se inauguró el resto de la línea

Al entrar en vigor la Ley General de Ferrocarriles de 1855, producto de la preocupación de las Cortes por la ordenación, protección del ferrocarril y control de las concesiones, se anulan varias y entre ellas la del Ferrocarril Córdoba-Málaga. Se convoca nueva subasta de la línea y se adjudica en 1856 a la Sociedad del Ferrocarril Grand Central, de Francia, como ramal de la línea de Madrid a Almansa (Albacete), que ya tenía adjudicada dicha empresa, partiendo de Villarrobledo hacia Jaén, Córdoba y Málaga, pero la empresa francesa desiste en 1857 por dificultades económicas y de nuevo se paraliza el proyecto. Mientras tanto, el Ministerio de Fomento decide ceder sus mejores ingenieros de caminos a obras particulares "para vigilar los intereses públicos y asegurar la buena ejecución de los trabajos de las empresas", cuyo cometido será trazar planos, corregir presupuestos de gastos de los trabajos ferroviarios y presentarlos a la Junta Consultiva para su aprobación. El proyecto Córdoba-Málaga le fue asignado a un ingeniero ya reconocido por su intervención en la línea férrea Madrid-Valladolid: Máximo Perea. Este nuevo trazado (el cuarto), presentado en 1857, evitaba el paso por el tajo del Gaitán y transcurría al oeste de la línea de Wilson por Cártama, Coín, Casarabonela, Carratraca, Ardales, Campillos y Fuente de Piedra para cruzarse con el anterior trazado en Casariche (Sevilla) y, salvando el Genil, circular por tierras de Aguilar y Montilla hacia Córdoba capital. Plasmado en un magnífico plano de grandes dimensiones, se conserva hoy en el Ministerio de Fomento. Sin embargo, el proyecto de Perea tampoco sería el último.

El recorrido de esta línea era de 198,961 km con un presupuesto total estimado de 204 millones de reales y una subvención de 71.637.897 reales (360.060 reales el km), y obligaba a construirse con el plano de Perea.

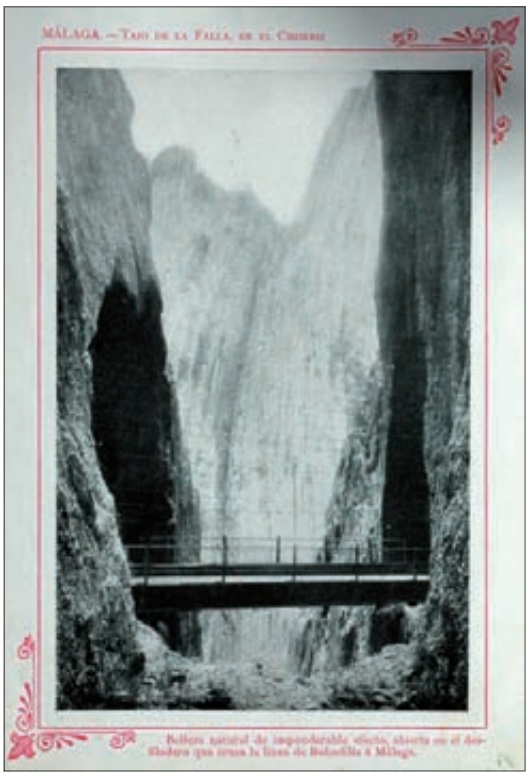
Viaducto de La Cantina con el túnel Rocas Llanas al fondo (arriba), y puente de hierro (Archivo de CEHOPU).

La estación de Málaga en la actualidad y en una foto de 1918 (Archivo Municipal de Málaga).

Se adjudica por R.O. de 19 diciembre 1859 al malagueño Jorge Loring en representación de un variado grupo de inversores, cediendo el marqués del Duero todos los terrenos de su propiedad que atravesase la línea. En mayo de 1860 la Compañía empieza la explanación de Málaga a Cártama, pero en junio contrata las obras con Vitaly, Picard y Compañía. En 1861, ante las dificultades que presenta la línea de Perea en sus primeros 63 km, se solicita una modificación al Ministerio de Fomento para llevarla por el antiguo diseño de Wilson, por el tajo del Gaitán, lo que paraliza las obras durante 10 meses mientras se estudia la rectificación, que se aprueba por R.O. de 31 de diciembre de 1861 rebajando los kilómetros de 198,9 a 192,3, aunque elevando el presupuesto de la partida de obra de 149 millones de reales a 182,4. Y mucho dio que hablar la elección de variante, en el deseo de conjugar la mayor recogida del tráfico con la posibilidad de unas obras que tenían que dominar profundas quebradas del terreno y perforar grandes montañas, según los comentarios de la época. Al elegir el punto final de la línea en Córdoba, este debía ser también el punto donde se estableciera la conexión con la cuenca carbonífera del río Guadiato, idea fundamental que inicialmente motivó la complicada empresa ferroviaria: llevar a Málaga los carbones de Bélmez y Espiel.

Pocos recorridos ferroviarios ofrecen tanta variedad de infraestructuras entre ríos, fallas y tajos que jalonan este agreste paisaje

En la Memoria de 28 de abril de 1862, se informaba a los socios de la superación de los mayores obstáculos y de la buena marcha de las obras y los beneficios que se obtendrían con el enlace de Córdoba con Manzanares y de esta con la línea del ferrocarril del Norte, por donde los ricos y abundantes frutos de la provincia de Málaga circularían directamente a Europa, al mis-



A la izqda., viaducto de La Falla en un folleto de la época. Arriba, plano de la línea (Archivo del Ministerio de Fomento). Junto a estas líneas, tren entrando en el viaducto de La Falla (AHP de Málaga, fondo Luis Agel).

mo tiempo que la gran riqueza de las minas de Espiel y Bélmez lo harían hacia el sur. Sin embargo, los quince años pasados desde que se tuvo la primera idea del ferrocarril en una Málaga boyante no habían transcurrido en balde y, para 1862, ya la industria malagueña se deslizaba por un camino preocupante: cerraba la ferrería El Ángel de Giró por falta de combustible, La Constancia de Heredia reducía producción esperando el carbón de Bélmez y la industria textil de Larios empezaba a ser amenazada por los protegidos productos textiles catalanes y vascos.

La inauguración tan deseada

El 16 de septiembre de 1863 se termina el tendido del primer y más fácil tramo de la línea, Málaga a Álora (37,1 km), y lo inaugura la reina Isabel II durante su visita a la capital para la Exposición de Productos Agrícolas y de Tecnologías Industriales, y el 10 de agosto de 1865, el ministro de Fomento declaró en nombre de S.M. que estaba el nuevo ferrocarril inaugurado, dándose un viva a la reina y empezando a tocar una de las bandas municipales. Unos días después se ponía en explotación y el diario *El Avisador Malagueño* recogía con todo detalle las fiestas que se celebraron y anunciaba los dos viajes diarios de ida y vuelta y los precios de los billetes de viajeros, mercancías y correo para un viaje que tardaba 8 horas, saliendo a las 11 de la mañana de Málaga y llegando a las 7 de la tarde a Córdoba.

La prensa también describía el recorrido, con 17 túneles, 18 puentes, 13 estaciones, 8 viaductos y el paso de 5 ríos: Guadalquivir, Guadajoncillo, Cabra, Genil y Guadalhorce. El coste final se había elevado a 210,5 millones de reales.

Inaugurada la línea, los grandes comerciantes y agricultores instalados próximos a la vía principal proyectan enlazar sus propiedades con esta mediante los "apartaderos", cuya primera autorización obtuvo Tomás Heredia, tendiendo una vía (1867) desde la estación de Málaga a su ferrería La Constancia, que se prolongaría en 1888 hasta el puerto cruzando el río Guadalmedina por un hermoso puente de hierro. La vega del Guadalhorce y la campiña cordobesa se sembraron de apartaderos, origen a menudo de futuras estaciones o poblados.

Crisis financiera

El transporte ferroviario de la línea Córdoba-Málaga inicialmente no fue tan fluido como se deseaba, pero fue aumentando hasta dar buenos resultados en 1868, año en que comienzan tiempos políticos difíciles y la fragilidad de la industria malagueña aumenta, no solo por el problema no resuelto del carbón debido al retraso de la línea de Bélmez, sino por nuevos gastos causados por la construcción de la línea Bobadilla-Granada. Finalmente, Jorge Loring se une con otro importante empresario del ferrocarril, Joaquín de la Gándara, y juntos constituyen la Compañía de los Ferrocarriles Andaluces, que

▶ *Estación de El Chorro y túnel del viaducto en esa misma estación.*

absorbe el Ferrocarril de Córdoba a Málaga (1877), el ramal de Granada y la línea Córdoba a Espiel. Y, si bien el ferrocarril malagueño no pudo salvar a sus promotores, sí que sirvió para movilizar grandes capitales, estimular la producción minera andaluza y dar trabajo a 26.620 obreros con 2.516.800 jornales a lo largo de los tres años que duraron las obras.

Paradójicamente, la Málaga ferretera no pudo participar en la fabricación de elementos para el ferrocarril, no solo por falta de apoyo al hierro andaluz sino también porque el capital para el ferrocarril era, en un alto grado, inglés, belga y francés, y sus representantes importaron infraestructuras, material rodante y vías de sus propias empresas hasta los años 80 del siglo XIX.

.\ Difícil relieve

Pocos recorridos ferroviarios españoles ofrecen tal variedad de elementos de infraestructura entre ríos, tajos y fallas rocosas que jalonan el agreste recorrido del ferrocarril Córdoba Málaga, que 150 años después mantiene su imagen con mínimos cambios.

La línea Córdoba-Bélmez

La extracción de carbón de piedra de las minas de Espiel y Bélmez empieza en 1845, pero las minas estaban incomunicadas por ferrocarril. Serán los hermanos Mamby, ingenieros, en sus estudios de 1851-52, los primeros en pensar en llevar el ferrocarril desde sus yacimientos a Córdoba. La vida de la línea es aún más azarosa que la de Córdoba a Málaga pero finalmente, en 1869, el grupo capitalista malagueño Heredia-Larios-Loring funda una sociedad no ya tanto para llevar el carbón a sus industrias, como inicialmente buscaba, sino para extenderlo a otros mercados internacionales. Se hace con un gran número de minas de carbón y emprende el ferrocarril Córdoba-Bélmez, de 71 km, entre 1870 y 1873, bajo la dirección de Loring.

Desde Málaga el tren iniciaba un agradable recorrido por el valle bañado por el Guadalhorce y las estaciones de Campanillas, Cártama y Pizarra hasta cruzar dicho río por un robusto puente de fábrica para dirigirse al primer túnel en Álora, La Canasta (189 m), y seguir hacia las estaciones de Álora y Las Mellizas, donde de nuevo cruzaba el Guadalhorce por el elegante puente de hierro de Las Mellizas (148 m). Tras él, el terreno iba tornándose agreste hacia la cordillera de los Gaitanes y tres grandes túneles seguidos, en ascenso como el resto de los túneles de la línea –Bombichar (740 m), La Pintada (467 m) y La Almona (436 m)–, pasados los cuales recorría la falda de la montaña por el magnífico viaducto curvo de hierro del Chorro, de más de 300 m de longitud y a 57 m de altura sobre siete pilas, pero de corta vida al estar cimentado en tierras deslizantes y dañarse tanto en 1872, que de 1875 a 1877 se hubo de sustituir por un largo túnel, llamado del Viaducto (897 m). A su salida, entraba en el túnel de La Fuente (77 m) y el viaducto del mismo nombre, de viga inferior de celosía de hierro con los estribos de sillería apoyados en los extremos del barranco de La Fuente. Continuaba el viaje por el túnel del Chorro (248 m) y salía a un barranco en cuyo terraplén deslizante se asentó la vía hasta 1866, año en que se construyó un viaducto techado de celosía de hierro, el del Tajo (52 m), encuadrado en la boca del túnel de La Falla y dejando un ligero hueco de unión entre ambos por donde se podía entrar, en el siglo XX, al Caminito del Rey, pasarela adosada a gran altura de la pared de la montaña. El túnel de la Falla, proyectado como único, fue la gran sorpresa de las obras al toparse los trabajadores con dos profundas e inesperadas fallas en la montaña, obligándoles a construir dos túneles contiguos, la Falla grande (125 m) y la Falla chica (40 m), unidos por el puente de celosía de La Falla (308 m) y confi-

Viaducto del Tajo junto al túnel de La Falla y el Caminito del Rey.

gurando el lugar más emblemático del recorrido al ofrecer una panorámica excelente de la inmensa pared vertical del desfiladero de Los Gaitanes. Continuaba la locomotora por el viaducto de hierro de El Hoyo (73 m), el túnel de Miguel (230 m), el viaducto tubular de hierro Gaitán (68 m) y el túnel de Rocas Llanas (326 m) pasando sobre una zona abierta mediante un amplio pontón de fábrica para alcanzar de nuevo otra zona rocosa de gran altura y obstáculo difícil, con tres nuevos túneles: Tajo Gaitán (368 m), Canutos (163 m) y Turón (595 m). Luego cruza el Guadalhorce por un bello puente de hierro y remonta la margen derecha por los túneles de Gaitán (567 m) y de Bogantes (262 m) para alcanzar la estación de Gobantes y el último túnel, de Vadoyeso (355 m). Tras ello el tren se abría paso por un paisaje ya más plácido, salvando el arroyo Tinajas por un puentecillo de hierro y siguiendo por la campiña antequerana hacia las estaciones de Bobadilla y Fuente Piedra. Luego llegaba a tierras sevillanas en la estación de La Roda, sorteaba el cruce del río Yeguas por un puente de fábrica y arribaba a la estación de Casariche.

> Casi todos los puentes y viaductos se construyeron de celosía de hierro, pero posteriormente muchos fueron sustituidos por hormigón o sillería

Ya en tierras cordobesas salvaba el río Genil por un magnífico puente de celosía de hierro de 130 m de longitud y 28 m de altura sobre pilas de hierro apoyadas en basamentos de sillería. Las siguientes paradas eran las estaciones de Puente Genil y Aguilar de la Frontera y, tras el paso del río Cabra, las de Montilla y Fernán Núñez. Para salvar el río Guadajoz se levantó un puente de hierro antes de la estación de Torres Cabrera y, de nuevo, a la salida de esta, también sobre el Guadajoz, el puente de Fuensequilla (48 m). Por último la línea atravesaba el río Guadalquivir por el magnífico puente de El Alcaide, de viga de celosía (198 m) con tres pilas geminadas de fábrica de artística decoración en sus capiteles que ofrecían dos vanos de luz centrales de 57,60 m y dos laterales de 44,80 m, y ya, a unos 6 km de Córdoba, la línea se hermanaba con la de Sevilla-Córdoba, hasta la estación de Cercadilla.

Casi todos los puentes y viaductos de la línea se construyeron de celosía de hierro, pero, tras las normativas de 1902 y 1905, que imponían el refuerzo o sustitución de puentes y viaductos metálicos no aptos para

A la izqda., viaducto de La Fuente (AHP de Málaga, fondo Luis Agel). A la drcha., el viaducto del Tajo.

soportar las cargas de las nuevas locomotoras, ténderes y vagones, y el plan de Primo de Rivera de mejora de las comunicaciones de 1926, algunos se refuerzan y sobreviven, pero otros, la mayoría, se sustituyen por sólidos ejemplares de hormigón, sillería o mampostería. Así fue con el viaducto de la Fuente y los puentes sobre los ríos Genil y Guadalquivir, mientras el singular puente de la Falla, volado en 1937, se sustituía en 1940 por un bello ejemplar de hormigón, obra del ingeniero Viader Muñoz.

Modificación relevante en el trazado fue la de 1972, entre Bobadilla y el desfiladero de los Gaitanes, debido a la construcción del embalse del Guadalhorce-Guadalteba, bajo cuya cola quedaron la antigua estación de Gobantes, el pueblo de Peñarrubia y los túneles de Vado Yeso, Gobantes, Gaitán, Turón, Canutos y Tajo Gaitán. La variante férrea se desplazó al este de la primitiva y se construyeron tres túneles nuevos: Vado Yeso (1.684 m), Gobantes (861 m), Gaitán (5.321 m), más un cuarto, el túnel del Turán (616 m) en forma de "Y" para unión del antiguo trazado con el moderno, a cuya salida sur continuaba la antigua línea férrea.

Para saber más

- *Morilla Critz, José: "El ferrocarril de Córdoba a la cuenca hullera de Espiel y Bélmez (1852-1880)",* Revista de Hª Económica, *1984.*
- *Olmedo Checa, Manuel: "El primer camino de hierro",* Revista Péndulo, *Málaga, 1992.*
- *Torquemada, José A.: "La compañía de los Ferrocarriles Andaluces en la cuenca minera de Bélmez". Congreso Historia Ferroviaria, Málaga, 2006.*
- *Wais Sanmartín, F.: "Centenario de ferrocarriles en 1965".* Revista de Obras Públicas, *Madrid, 1965.*

Estaciones

La estación de Málaga se construyó con proyecto del ingeniero de caminos Antonio Arriete, de 1863, en una de las huertas de Martín Larios, y su tipología respondía a los grandes edificios con los que las compañías de la época trataban de mostrar su importancia. Constaba de dos amplios pabellones para llegada y salida de viajeros enlazados mediante una gran cubierta de 80 m de longitud y 31 de luz, construida en la fundición francesa de Ferdinand de la Rochette, cerrada al frente por una gran verja con columnas de fundición a la que más tarde se añadió una vistosa vidriera. Entre sus reformas del siglo XIX destaca la de 1877 con la instalación en Málaga de los talleres principales de "Andaluces" y un importante depósito de locomotoras. En Córdoba, en 1864 la Compañía construyó la estación de Cercadilla, muy próxima a la estación de la línea Córdoba a Sevilla (1859), que en 1877 pasó a depender de "Andaluces", parando en ella los trenes procedentes de Almorchón, Málaga y Marchena y los de Córdoba a Bélmez. El estilo del resto de las estaciones de la línea Córdoba-Málaga fue, en general, bastante homogéneo, sencillo y de carácter regional.

Entre las reformas del siglo XX destaca en 1975 la conexión de la estación de Málaga con el aeropuerto y la instalación, en 1989, de un pequeño jardín climatizado en sus toperas, dos elementos que por entonces no tenía ni la estación de Atocha, y en 2007 la construcción de una nueva y gran estación para recibir al AVE Madrid-Córdoba en su mismo lugar histórico. No se mantuvo la marquesina pero sí sus dos pabellones de viajeros, cuya rehabilitación se ha terminado en 2014. La estación de Cercadilla, fue demolida en 1991 para la construcción de la nueva estación del AVE de Córdoba en su lugar.

Patrimonio minero-metalúrgico de la Comunidad de Madrid

En busca de El Dorado

▶ *La Torre de la Mina en Bustarviejo y la sierra desde la explanada del pozo maestro.*

Texto y fotos: Mariano Serrano

Quedan pocos vestigios, pero hubo un tiempo en que las minas de la sierra Norte, la del Rincón y la sierra de Guadarrama alimentaron de plata y cobre las cecas de Segovia o Madrid, y que de sus veneros también salieron otros minerales que tiñeron de rojo fundiciones, forjas y fraguas. Algunos itinerarios de arqueología industrial permiten asomarnos a la historia de un patrimonio madrileño poco conocido, el minero-metalúrgico, del que aún quedan interesantes restos.

Aunque hoy sea poco más que un recuerdo solo presente en museos y monografías especializadas, muchos municipios de la sierra de Guadarrama, la sierra Norte madrileña o la del Rincón –hoy pertenecientes a Madrid pero antaño también de Segovia, Guadalajara o Toledo– pueden presumir de su pasado minero, incluso de haber vivido su particular "fiebre del oro". Es cierto que muchos de los restos de la minería de los metales madrileña –a veces simples calicatas o galerías y pozos cegados o inundados hace muchos años– son hoy irreconocibles y pasan inadvertidos. Pero quedan huellas, algunas atesorando aún suficientes elementos como para haber despertado el

interés por su protección como parte del patrimonio industrial madrileño. Una industria, la minero-metalúrgica, que, aun de forma muy irregular en cuanto a rendimiento, ha estado presente en el entorno serrano durante siglos.

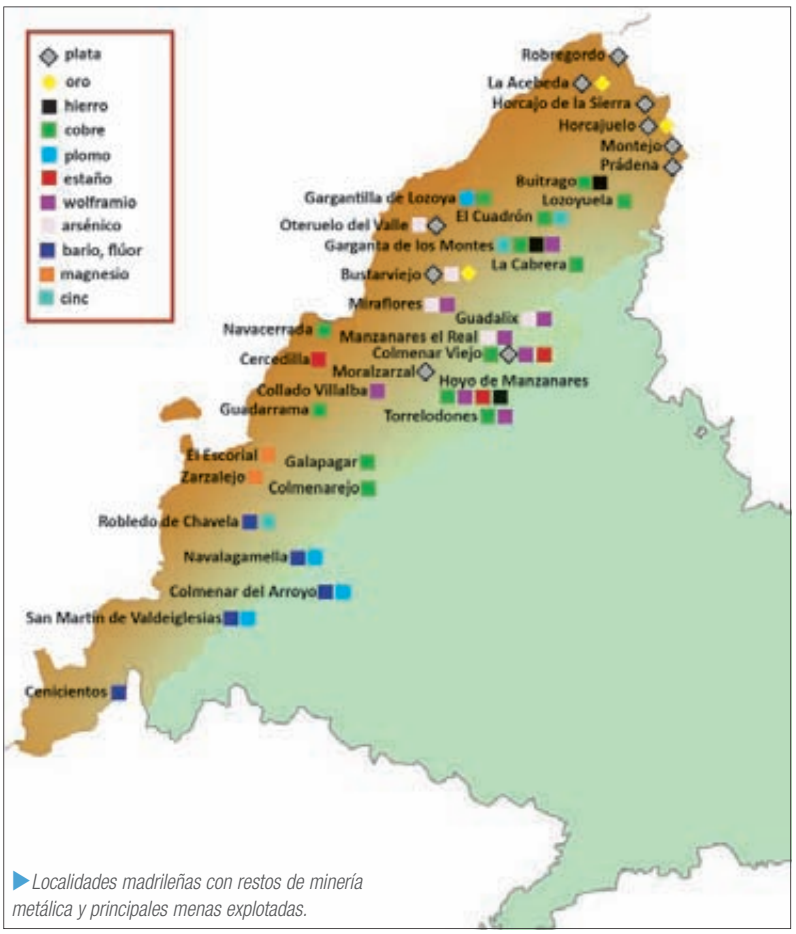
Yacimientos minero-metalúrgicos

Ya a finales del siglo XVIII, Eugenio Larruga, en sus *Memorias políticas y económicas sobre los frutos, comercio, fábricas y minas de España*, da noticia de docenas de explotaciones mineras en todo el arco de sierras, piedemontes y valles que se dibuja entre el oeste de la actual Comunidad de Madrid y el sur de la provincia de Segovia. Y desde Somosierra hasta Cenicientos aún pueden observarse vestigios de aquellas minas mencionadas por Larruga y de otras abiertas con posterioridad, hasta incluso en los años 70 del pasado siglo, en la mayor parte de municipios de la sierra.

En cuanto a los recursos beneficiados de las menas madrileñas, podemos citar cobre, estaño, wolframio, arsénico, bario, hierro, plomo, cinc o incluso oro. Pero fue sobre todo la plata –obtenida de minerales como la freibergita y la pirargirita– la que dio lugar al mayor número de explotaciones, dada su relativa abundancia y el interés que despertó en la Corona de Castilla a partir del siglo XV.

Sin duda en la actual Comunidad de Madrid fueron explotados yacimientos desde la Edad del Cobre (III milenio a. de C.) y en época romana, pero apenas quedan vestigios de esa actividad. Tampoco de la Edad Media quedan restos de minería en el entorno del Guadarrama, y no será hasta 1417 cuando Juan Sánchez, Ferrando Robledo y varios maestros comisionados por Juan II de Castilla para la exploración de los montes en busca de recursos, descubran varios yacimientos en distintos puntos de las sierras de Ayllón y Guadarrama, además de los montes de Toledo, aunque no se tiene constancia de que en los años siguientes existiera una explotación continuada ni provechosa de esos descubrimientos.

Sería a comienzos del siglo XVI cuando la Corona, tal vez animada por el ejemplo de los tesoros americanos, empezó a mostrar un verdadero interés en la minería de los metales en el territorio peninsular –interés que se cifraba no solo en las materias primas extraídas sino sobre todo en los impuestos obtenidos por las concesiones–, legislando en un sentido favorable a la búsqueda, registro y concesión de nuevos yacimientos. Pudo influir también en este despertar del interés minero la obra de Georgius Agricola, *De re metallica*, de 1556, muy divulgada en su tiempo, en la que se desarrollan las bases de la minería de los metales y la metalurgia tal y como se practicó hasta la revolución industrial.



Localidades madrileñas con restos de minería metálica y principales menas explotadas.

La explotación de estos yacimientos, no obstante, fue muy irregular en los siglos siguientes, e incluso casi inexistente durante largos periodos, y habrá que esperar a la segunda mitad del XIX para que pueda hablarse de una breve y fugaz "edad de oro", cuando nuevos conocimientos científicos –en nuestro país, y en especial por lo que a Madrid se refiere, hay que destacar la

A la izqda., pirargirita, mena de plata (Prádena del Rincón). A la drcha., malaquita, mena de cobre (Colmenarejo), y casiterita, mena de estaño (Hoyo de Manzanares). Ejemplares del museo del IGME.

▶ *Arriba, fundición de Colmenarejo. Junto a estas líneas, arcos de herradura de la "casa del malacate" de la mina Antigua Pilar de Colmenarejo.*

figura del ingeniero y geólogo Casiano de Prado–, con nuevos métodos de excavación, extracción y fundición del mineral, y la aparición de las sociedades capitalistas –con entrada de capital extranjero– que jugaban en los mercados bursátiles, inauguraron un resurgimiento de la minería madrileña que duraría hasta finales de ese siglo y comienzos del siguiente. Cuenta Casiano de Prado que en los primeros años de la década de 1840 se realizaron en Madrid más de medio millar de solicitudes de registro o denuncio de minas: 300 sobre plomo, 100 sobre cobre, 40 sobre plata, 40 sobre hierro, 40 sobre arsenopirita, 2 de oro y 2 de estaño. Ha de tenerse en cuenta, además, que en ocasiones lo que se denunciaba era una mina de hierro cuando en realidad lo que se pretendía explotar era plata o cobre, dado que los derechos de superficie eran mucho más baratos en el caso del hierro. Añade De Prado que en esta fiebre por los metales "se obraba con la mayor ceguedad y desconcierto, y sin la cooperación de ingenieros o con ingenieros no suficientemente hábiles". En Bustarviejo llegó a construirse una nueva fundición que –sigue criticando el mismo autor– "costó 30.000 duros y que desde que se concluyó permanece cerrada". Todavía en los años inmediatamente posteriores a la Guerra Civil las minas del entorno del Guadarrama darían un rendimiento

Edificio principal de la mina Antigua Pilar de Colmenarejo.

nada despreciable, sobre todo teniendo en cuenta la situación económica del país.

Algunos de los restos minero-metalúrgicos que aún se conservan están recogidos en el Inventario del Patrimonio Industrial de la Comunidad de Madrid. Con dos de ellos –el conjunto compuesto por la mina, fragua y potro de herrar de Horcajuelo de la Sierra, y las minas del Cerro de la Plata de Bustarviejo– la Fundación para el Conocimiento de Madrid (mi+d) ha diseñado sendos itinerarios de Arqueología Industrial fáciles de recorrer. Otros restos como las minas de cobre de Colmenarejo, fundiciones abandonadas –como la de estaño de Tielmes–, fraguas tradicionales o potros de herrar de pequeños pueblos constituyen también elementos de un patrimonio en riesgo de desaparecer.

.\ Cobre de Colmenarejo y Galapagar

Galapagar, municipio al oeste de Madrid, al pie del Guadarrama, luce en su escudo un campo de sinople sembrado de galápagos, al parecer, según la historiografía local, por la existencia en tiempos remotos de una laguna donde abundaban estas tortugas. No obstante, existe otra posible explicación, pues galápago es también, según la 6.ª acepción del diccionario de la RAE, un lingote corto de plomo, estaño o cobre, por lo que es más probable que el topónimo Galapagar haga referencia a las fundiciones en las que se fabricaban, desde tiempos de la Hispania romana, estos lingotes con los metales extraídos de las numerosas minas que fueron explotadas durante siglos en esta zona, en el actual municipio de este nombre y en el muy próximo de Colmenarejo.

Según las *Memorias* de Larruga, la calcopirita y otros minerales de cobre fueron explotados ya por los romanos, y algunas galerías de minas de Colmenarejo documentadas con posterioridad han sido atribuidas a estos por algunos investigadores. No obstante, habrá que esperar hasta 1514 para encontrar el primer documento que se refiere a las minas de cobre de esta zona. Se trata de una carta de concesión de la reina Juana I a don Diego Hurtado de Mendoza, señor del Real de Manzanares (a la sazón dueño de gran parte del territorio que hoy constituye la sierra madrileña), en el que se ubica la mina concedida “cerca del lugar de Galapagar”.

A partir de entonces, y durante más de 400 años, fueron explotados numerosos filones en toda esta zona, destacando el paraje denominado de los Quemados –topónimo que hace referencia a las labores de fundición del mineral–, en Colmenarejo, en el que se asentaron, ya en el XIX, las más famosas de estas minas, entre ellas

Minas del Cerro de la Plata, en Bustarviejo: interior de una bocamina y torre donde se ubica la primitiva piedra de moler.

la Pilar, cuyos restos aún pueden contemplarse. Entre mediados del siglo XIX y principios del XX, las minas, propiedad por entonces de varias compañías mercantiles, algunas de ellas extranjeras, llegaron a constituir la principal riqueza de la zona y uno de los recursos minerales más importantes de Madrid. A principios del siglo pasado sus recursos se estimaban en un millón de toneladas de calcopirita con un contenido de un 10% de cobre. Tras décadas de inactividad o explotaciones menores y esporádicas, todavía entre 1961 y 1963 se obtuvieron casi doce mil toneladas de mineral. A pesar de todo, a principios de los años 70 todas las minas de la zona fueron abandonadas. Muy cerca de Colmenarejo, a la vera de la colada del Cerro del Burro, pueden verse aún los restos de la fundición, en actividad hasta 1920, y un par de kilómetros más adelante, los restos de la mina Antigua Pilar: pozos, escombreras de mineral y varias edificaciones, entre ellas la "casa del malacate" (cabestrante), que albergaba el pozo maestro, singular construcción cuyas entradas están terminadas en arcos de ladrillo de medio punto.

Según Casiano de Prado, en los primeros años de la década de 1840 se registraron en Madrid más de 500 minas, 40 de ellas de plata

El Dorado en Madrid

En 1840 se descubren en Hiendelaencina, un pueblo de Guadalajara próximo a Madrid, varios yacimientos de plata que muy pronto se convertirían en las minas de este metal más importantes de España durante la segunda mitad del siglo XIX. El "efecto Hiendelaencina" se extendió como la pólvora a la cercana sierra madrileña del Rincón, despertando una auténtica "fiebre del oro" que, tras unos años de furor –hasta principios del siglo XX–, acabó enriqueciendo a unos pocos especuladores y llevando a la ruina a más de una sociedad mercantil. En todo el entorno de esa sierra –Horcajo, Horcajuelo, Montejo o Prádena– se denuncian y reclaman docenas de yacimientos, fundamentalmente de plata aunque también de hierro e incluso de oro. Muchos de ellos, una vez hechos los análisis oportunos, ni siquiera llegaron a ser explotados por falta de interés, y otros revelaron una rentabilidad mucho menor de la esperada. En la actualidad, solo quedan restos apreciables de la mina San Francisco de Horcajuelo de la Sierra: la bocamina principal, el pozo maestro, escombreras con restos del estéril y ruinas de una edificación, llamada por los vecinos del pueblo "el polvorín". La veta –de la mina San Francisco no solo se extrajo plata asociada a otros minerales sino in-

Minas del Cerro de la Plata: entrada de la mina Indiana y escombrera con restos del estéril.

cluso plata nativa– se encontraba a unos 60 metros de la superficie, y una vez extraída era golpeada y machacada a pie de mina para hacer trozos más pequeños, tarea de la que se encargaban fundamentalmente las mujeres y los niños. Ese mineral se llevaba después en carros a la cercana fundición de Hiendelaencina para ser procesado. Horcajuelo de la Sierra presenta otros puntos de interés relacionados con el patrimonio metalúrgico: el potro de herrar y la fragua, que seguían utilizándose hasta hace solo 25 años, cuando se jubiló el último herrero del pueblo.

El otro itinerario minero diseñado por la Comunidad nos lleva a Bustarviejo, a pocos kilómetros al suroeste de Horcajuelo. Allí nos encontraremos con las minas madrileñas explotadas durante más tiempo –desde principios del siglo XV hasta hace cuatro décadas– y también las que albergaron más esperanzas, ambiciones y desengaños en torno a ese supuesto El Dorado a la puerta de casa. Desde el área recreativa de la fuente del Collado, situada a un kilómetro y medio de Bustarviejo por la carretera que lleva a Miraflores, junto a un panel explicativo, parte un ramal del GR-10 que en 15 minutos nos llevará a la bifurcación con un nuevo sendero, que, tras otros 30 minutos de subida, nos dejará al pie de la llamada Torre de la Mina, declarada Bien de Interés Cultural, en cuyo interior aún pueden verse los restos de la piedra de moler. Además de la torre, de las escombreras procedentes de la fundición a pie de mina –llegó a haber otra en el mismo pueblo de Bustarviejo, hoy desaparecida–, de la bocamina principal y del pozo maestro, se pueden ver el malacate y otras máquinas y herramientas procedentes de los últimos intentos de reflotar el yacimiento, allá por los años 70 del pasado siglo.

El de Bustarviejo está considerado como uno de los principales conjuntos minero-metalúrgicos de la Comunidad de Madrid, además de ser uno de los mejor documentados gracias a las citadas *Memorias* de Larruga. Fueron, desde luego, las minas que más tiempo han estado activas, aunque poco sabemos de sus comienzos, excepto que probablemente fueron descubiertas en 1417 por los exploradores enviados por Juan II. El relato de Larruga empieza en tiempos de Felipe III, cuando las minas de la llamada ya por entonces Cuesta de la Plata eran explotadas por un tal Juan Antonio Buitrón.

Todavía en los años 70 del pasado siglo hubo intentos de volver a explotar la minas del Cerro de la Plata, esta vez para beneficiar arsénico

▶ *Fragua de Horcajuelo de la Sierra. Debajo, pozo maestro de la mina de Bustarviejo y malacate utilizado en los años 70 del pasado siglo.*

Después de que otros pioneros intentaran explotar el recurso, al parecer sin mucho éxito, en 1659 la Corona concede la explotación del yacimiento a "un Indio" –como dice Larruga; seguramente un indiano–, que comienza la construcción de un molino, pero que muere al poco tiempo sin haber terminado la obra, aunque su breve paso dejará huella en el nombre de la mina más importante del cerro: la Indiana. En 1679, Carlos II ordena averiguar el estado de la mina, que pasará por distintas concesiones, una de ellas a un platero, Juan Aranda, que encarga la dirección a un "práctico en mineralogía", Luis Romero, con 20 años de experiencia en el Perú. Aunque al principio apenas se obtiene beneficio, a comienzos del XVIII, con solo cuatro mineros, Aranda y Romero empiezan a obtener algunos resultados, y entre 1703 y 1705 se consiguen 26 marcos, 5 onzas y 2½ ochavas de plata (algo más de 6 kg). Pero Aranda ha tenido que incurrir en muchos gastos para sanear pozos inundados y abrir galerías, y cuando la Corona le deniega la prórroga de exención de pagar los quintos, de la que había disfrutado hasta entonces, y tiene además problemas para obtener la leña necesaria para la fundición (estuvo en pleitos con los señores de aquellos contornos, los Mendoza), pierde la concesión.

En 1725, con la concesión a Bernardo Ventura de Capua, teniente coronel, y a un tal Bartolomé de Areni, las minas del Cerro de la Plata viven una de sus mejores épocas. Solo en 1726, en una fundición realizada sobre 2.300 kg de mineral, se obtienen 4 kg de plata. Pero, además, de ese mismo mineral se sacan 2,3 kg de oro, lo que aviva el interés de la Corona, que con el fin de prevenir fraudes nombra un "veedor" y prohíbe a los propietarios sacar nada de la fundición hasta que los metales ya afinados estuviesen pesados, sellados con el sello real y pagados los quintos. Capua y Areni forman entonces una sociedad, a la que pronto llegan las desavenencias. Parece que Capua ponía el dinero, sin tener conocimiento alguno de minería, mientras Are-

ni ponía su saber. El primero pretendió cambiar los acuerdos y quedarse él solo con la sociedad, pagando un salario a Areni, a lo que este se niega, hasta que al final decide dejar la mina, quedando esta sin dirección técnica y prácticamente abandonada, por lo que se ordena su prisión. Desde la cárcel, Areni envía cartas a distintas autoridades defendiendo su postura y tentándoles con las grandes posibilidades que tendrían las minas de Bustarviejo si fueran "beneficiadas con conocimiento". Parece que nadie le hizo caso; de Areni no volvemos a saber nada, y Capua, después de unirse a un nuevo socio y de abrir otros pozos, dejó definitivamente la concesión.

A pesar de nuevos ensayos y numerosas concesiones, breves e intermitentes, las minas de Bustarviejo, como casi todas las demás, no volvieron a dar frutos durante cerca de un siglo. A mediados del XIX, la fiebre minera alcanzó también al Cerro de la Plata, y además de la mina más antigua, ahora llamada Indiana, se abrieron otras –San Juan, San Joaquín, Soledad, Providencia, Lucera– explotadas ya por una sociedad mercantil capitalista, La Madrileña. Además de las minas del Cerro empezarán a explotarse otras menas, como arsénico, pasando la plata a un lugar secundario. Todo ello hasta que a finales del siglo, pasada la fiebre y en plena crisis económica y social, las minas se abandonan para siempre... O casi, porque aún en la década de los 70 del siglo XX hubo un tímido intento de reflotarlas, un nuevo registro –mina Mónica– y nuevas prospecciones e investigaciones, sin buenos resultados, al parecer.

El Cerro de la Plata solo es ya un mirador privilegiado desde el que contemplar las cumbres de la sierra de Guadarrama mientras se evoca un Dorado que nunca llegó a ser tal. Embelasado ante el paisaje, el caminante curioso que ha llegado hasta aquí tiene la sospecha de que la auténtica gema estaba en la superficie, a la vista de todos. ▮

Restos de edificaciones pertenecientes a las minas del paraje conocido como Los Quemados, en Colmenarejo.

MÁS INFORMACIÓN

- *Chamorro, H.; González-Amezúa, C.; Jordá, L..:* La Antigua Pilar y la minería histórica en Colmenarejo, *Ayuntamiento de Colmenarejo-Comunidad de Madrid, Madrid, 2014.*
- *González del Tánago Chanrai, J.; González del Tánago del Río, J.:* Minerales y minas de Madrid, *Mundiprensa-Comunidad de Madrid, 2002.*
- *Jordá, L.; Puche, O; Mazariego, L.F.:* La minería de los metales y la metalurgia en Madrid (1417-1983), *Ministerio de Educación y Ciencia, 2005.*
- *Jordá, L.: "La minería de los metales en la provincia de Madrid: patrimonio minero y puesta en valor del espacio subterráneo" (Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid, 2008).*
- *Larruga, E.:* Memorias políticas y económicas sobre los frutos, comercio, fábricas y minas de España, *Madrid, 1788-1800.*
- *Página web de la Fundación para el Conocimiento de Madri+d:*
  http: //www.madridmasd.org/cienciaysociedad/patrimonio.

Revista del Ministerio de

Fomento

VIADUCTOS SINGULARES DEL SIGLO XXI

(CARRETERAS)

MONOGRÁFICO
Julio-Agosto 2013

PVP: 3 €

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

SOLICITE SU EJEMPLAR EN TELF. : 91 597 53 85 / 53 91
Por fax: 91 597 85 84 (24 horas)
Por correo electrónico: cpublic@fomento.es

El Museo del Ferrocarril de Madrid cumple 30 años

Memoria del tren

▶ *Aspecto de la sala de tracción del museo durante la celebración de una de las ediciones del "Mercado de Motores".*

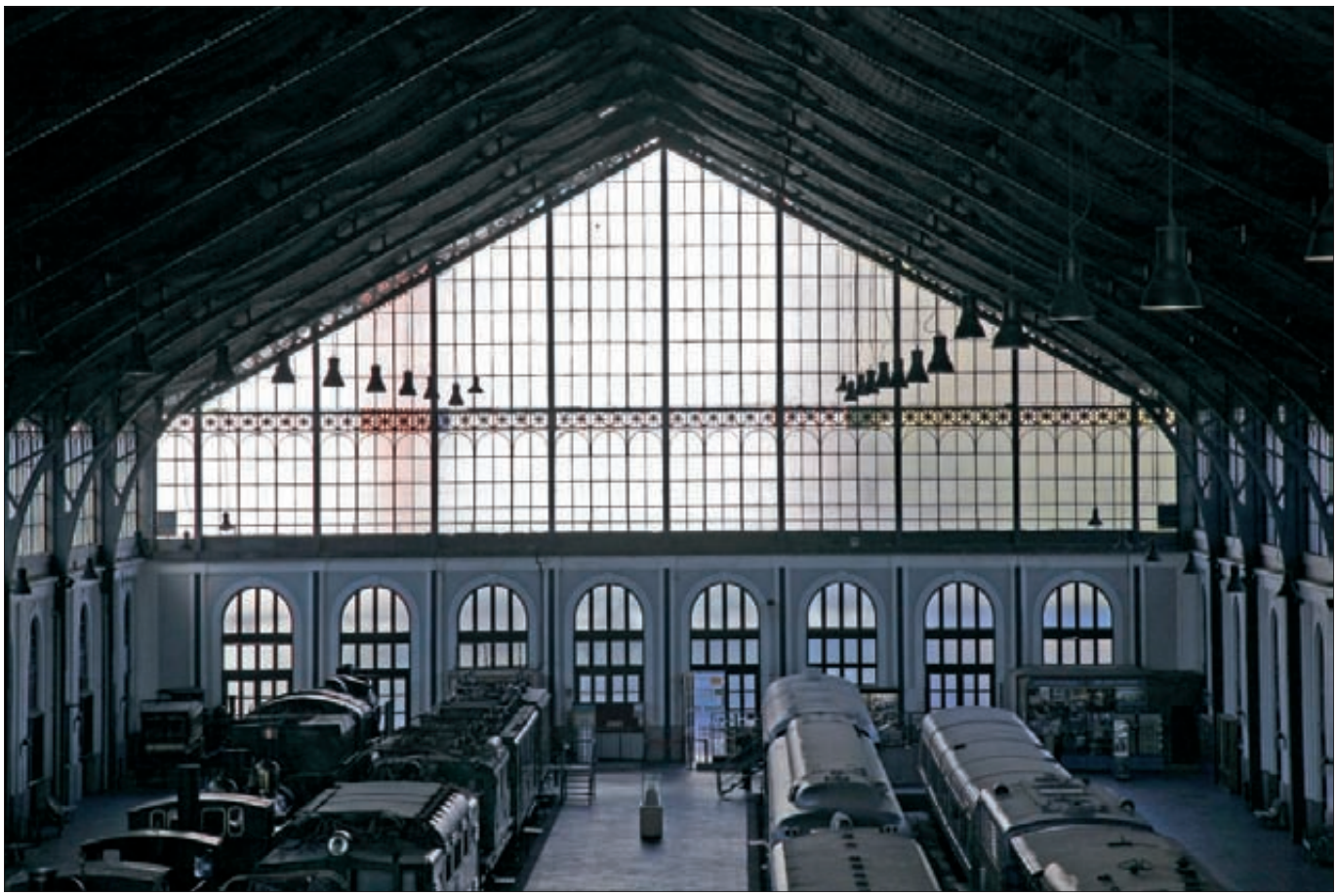
Julia Sola Landero. Fotos: Museo del Ferrocarril

La estación de Delicias, que acoge el Museo del Ferrocarril desde 1984, se ha convertido en uno de los referentes culturales de Madrid, no solo por sus objetos y fondos documentales, sino también por las numerosas actividades, exposiciones o talleres que se desarrollan en ella. Construida hace 135 años, la estación de Delicias atesora hoy auténticas joyas de nuestro patrimonio ferroviario.

El 30 de marzo de 1880, en plena efervescencia en toda Europa del tren como el transporte del futuro, los Reyes Alfonso XII y María Cristina inauguraron la monumental estación de Delicias de Madrid, la primera con estructura de hierro que se construyó en la capital. Después de casi cien años de intensa actividad, el tráfico de trenes de Delicias se trasladó a Chamartín y Atocha, y el 30 de junio de 1969 salió, con destino a Badajoz, el último tren de viajeros que circuló por sus raíles. Aquel día, un grupo de amigos del ferrocarril se arremolinaron en el andén de la estación para despedir a aquel último tren, enarbolando una pancarta que decía: "Es el progreso. Pero qué tristeza. ¡Viva Madrid Delicias!".

El venerable edificio permaneció cerrado hasta 1984, año en el que comenzó una feliz segunda etapa de su vida como memoria viva del tren en España. Fue el 19 de diciembre de aquel año cuando abrió sus puertas el Museo del Ferrocarril de Madrid, que acaba de cumplir sus primeros 30 años, en un contenedor excepcional que es también, en sí mismo, parte de la historia del tren en España.

▶ *Estado de las obras de la estación el 1 de junio de 1879 (foto: Hebert).*



Vista de la sala de tracción.

Orígenes

Corrían los años 20 y 30 del siglo pasado, cuando en Europa comenzaron a celebrarse los primeros centenarios de las grandes líneas férreas. En 1925 lo hizo la línea Stockton a Darlington y en 1930 la de Liverpool-Mánchester. Aquellas celebraciones llevaban aparejado el montaje de exposiciones en las que se mostraban piezas ya históricas, al tiempo que se exhibían los últimos avances tecnológicos, tanto en material rodante, como en infraestructuras. Aquellas primeras muestras serían el germen de los futuros museos ferroviarios que se abrirían en Europa.

Por aquellas fechas, el primer centenario del ferrocarril en España también estaba cerca. En 1948, la línea Barcelona-Mataró –primera que circuló en la península– cumplió 100 años, y se celebró entonces una exposición conmemorativa del evento en el puerto de Barcelona, donde se exhibieron antiguas piezas ferroviarias y la situación del ferrocarril en aquellas fechas.

Ese año nació también el germen del interés –quizá la necesidad– de crear un museo ferroviario español. Pero no fue hasta 1964, año en que se celebraron los centenarios de las líneas Madrid-Zaragoza y Madrid-Irún, cuando Renfe comenzó a estudiar en serio la posibilidad de crear un museo que registrara la impresionante evolución de la tecnología y usos del tren.

Tan solo tres años después, en 1967, se abrió al público el primer museo ferroviario de España. Estaba en el palacio de Fernán Núñez, en la calle de Santa Isabel de Madrid, un edificio de estilo neoclásico de mediados del siglo XIX adquirido por la Compañía Nacional de los Ferrocarriles del Oeste de España y Red de Andaluces, y que después pasó a ser propiedad de Renfe, quien convirtió el edificio en la sede de la Fundación de los Ferrocarriles Españoles, que gestiona el museo.

En aquella primera sede permaneció hasta 1980, fecha en la que Renfe y el Ministerio de Cultura firmaron un acuerdo por el que este último subvencionaba las obras de restauración de la estación de Madrid Delicias, para que fueran instalados allí el por entonces denominado Museo Nacional Ferroviario y el Nacional de la Ciencia y la Tecnología.

A partir de entonces, los primitivos fondos, que reunían maquetas, grabados y utillaje relacionado con el tren, pudieron multiplicarse gracias a la amplitud y características del nuevo espacio, que ofrecía algo impensable en un edificio al uso: poder acoger trenes reales. Una auténtica foto fija de lo que debió ser la imagen cotidiana de la actividad de la estación cuando estaba en uso.

▶ *Andén dedicado a la tracción de vapor.*

El museo alberga una de las colecciones de material histórico ferroviario más interesantes y completas de Europa

Más que un museo

Durante el año 2014, el Museo del Ferrocarril recibió 117.115 visitas –el triple si se suman los asistentes al popular Mercado de Motores–, lo que ha consolidado a este museo como una de las opciones de ocio más atractivas de Madrid. Gran parte de este atractivo se cifra en las numerosas actividades desarrolladas por el museo y en su clara apuesta por una orientación a la comunidad educativa, con la participación de más de 15.000 escolares en el programa "Educa-Tren".

Otras actividades destacadas son el mercadillo de modelismo ferroviario, el teatro familiar y el parque ferroviario infantil "Ferrocarril de las Delicias", así como la organización de exposiciones sobre patrimonio industrial, talleres infantiles o la Feria del Coleccionismo de Madrid "La estación". Además, el museo participa en los programas de la "Noche de los teatros", la "Noche de los libros", el "Día internacional de los museos", la "Semana de la Ciencia" y la "Semana de la Arquitectura".

Y, entre estas variadas actividades, una que acaba de cumplir, al igual que el museo, sus 30 años de existencia y que ya se ha convertido en un clásico del turismo madrileño: el Tren de la Fresa a Aranjuez, que nos permite revivir la experiencia de los primeros viajes en ferrocarril.

.\ Paseo por el pasado

Los fondos más antiguos del museo fueron aportados en su día por las antiguas compañías ferroviarias privadas creadas en el siglo XIX y que tras la nacionalización de los ferrocarriles, en 1941, pasaron a formar parte de Renfe.

Actualmente, el museo alberga una de las colecciones de material histórico ferroviario más completas e interesantes de Europa. En su interior se pueden ver más de treinta vehículos históricos, entre locomotoras y coches de viajeros, a través de los cuales se puede repasar la evolución de la tracción –vapor, eléctrica y diésel– desde los inicios del ferrocarril hasta ahora.

Asomarse por las ventanillas de los trenes del siglo XIX, descubrir los pequeños y cuidados detalles del mobiliario y admirar el primoroso interior de los coches de viajeros, desde el gran lujo de los que contaban con baño, cama y comedor, hasta los coches de tercera con severos asientos de madera, es un delicioso paseo por un pasado que, aunque relativamente reciente, ya se antoja remoto.

Los fondos se sitúan a ambos lados de la gran marquesina de la estación. En su origen, sus dependencias se distribuían en dos pabellones. El del ala izquierda contenía el vestíbulo, los despachos administrativos y dos salas de espera; el del ala derecha albergaba las de-

pendencias de llegada, las cocheras de carruajes y las oficinas. Ahora esos espacios se han reconvertido en salas temáticas: una guarda una colección de antiguos relojes de las estaciones; otra está dedicada a modelismo, con maquetas animadas, y una tercera muestra elementos de la infraestructura ferroviaria. Además del utillaje ferroviario, también se atesoran actas de las antiguas compañías, libros de contabilidad, documentos sobre tarifas, títulos y deuda pública, y una notable fototeca.

Joyas a través del tiempo

En España la tracción de vapor tuvo una larguísima vida. Desde 1848 hasta 1975 se siguió utilizando esta técnica. Por eso se conservan numerosas muestras, como una de las locomotoras de vapor Mikado producidas en España en 1960 y que rodó hasta que fue clausurado oficialmente el vapor en España. Actualmente, la venerable locomotora se ha convertido en una pieza que explica visualmente los mecanismos internos y el funcionamiento de una locomotora de vapor.

Se puede ver también la locomotora inglesa Tardienta, la más antigua de las que se exponen en el museo, construida en 1862 por John Jones&Son. También se encuentra la locomotora Pacific, un modelo salido de los talleres bilbaínos de Babcock&Wilcox y construido a propósito de la celebración de la Exposición Iberoamericana de Sevilla de 1929.

El no va más de la tracción de vapor en España, por su tecnología y prestaciones, fue la locomotora Confederación, que llegó a alcanzar nada menos que 140 km/h, récord de la tracción a vapor en España. De esta locomotora solo se fabricaron diez unidades que se destinaron a prestar servicio en los trenes expresos y rápidos de la línea de Madrid a Irún, donde lle-

Arriba a la izqda., grabado de la inauguración de la estación de Delicias (La Ilustración Española y Americana, *1880). A la dcha., el 30 de junio de 1969 sale el último tren de viajeros de Madrid Delicias: el expreso de Badajoz. Debajo, inauguración del Museo de Ferrocarril. En la foto, el primer director, Julio Álvarez Toro, y el entonces presidente de Renfe, Ramón Boixados.*

Un fondo documental imprescindible

Desde 2009 el Museo del Ferrocarril forma parte de la Red de Museos de España y está adscrito al Ministerio de Fomento. Además de gestionar sus fondos, organiza numerosas actividades y cuenta con servicios de documentación únicos, como la Biblioteca, Hemeroteca y Archivo, que atesora una ingente documentación sobre el tren desde todos sus aspectos: histórico, social, técnico, económico, cultural, legislativo, tecnológico y político. Un fondo de más de 31.000 títulos de monografías y 3.000 títulos de publicaciones seriadas, que se completa con las colecciones especiales de cartografía, folletos, carteles, audiovisuales y memorias empresariales. Un conjunto que hace de este archivo ferroviario un fondo documental de referencia ineludible para el conocimiento del ferrocarril en España.

▶ *Maqueta de la sala de modelismo y trenes de jardín del parque ferroviario "Ferrocarril de las Delicias".*

garon a remolcar convoyes de hasta 18 coches y 810 toneladas.

Las locomotoras descendientes del vapor –eléctricas y diésel– también tienen una nutrida representación. Hay muestras de locomotoras eléctricas datadas entre 1907 y 1963. Entre las diésel se encuentra la 1615 Marilyn de Alco (American Locomotive Company, 1955), primera locomotora diésel-eléctrica de Renfe, después de las que remolcaban el Talgo, adquirida para comenzar el proceso de sustitución de la tracción de vapor por la diésel.

Y, cómo no, el museo también conserva un Talgo, el *Virgen de Aránzazu*, que la compañía de Oriol mandó construir en Estados Unidos, junto con la *Pilar*, *Begoña* y *Monserrat*. Aún hoy resultan innovadoras la ligereza de su carrocería, el confort para el viajero –butacas anatómicas, aire acondicionado o servicios de comidas– y nociones de accesibilidad tan avanzadas para la época como las puertas de acceso a la altura de los andenes.

.\ Tecnología ferroviaria

La velocidad y la precisión en la medición del tiempo comenzaron a ser objeto de culto en el siglo de los grandes descubrimientos. Lógico: los avances técnicos se sucedían velozmente y en el campo ferroviario estaban relacionados con la rapidez y la puntualidad. Por eso, el tren necesitaba una numerosa dotación de relojes orbitando a su alrededor. Objetos útiles y representativos que las compañías ferroviarias colocaron en sus principales estaciones como iconos de la modernidad y el prestigio.

El Museo del Ferrocarril de Madrid atesora una veintena de artilugios que marcaron la hora en estaciones, salas de espera y demás dependencias ferroviarias. Entre esas piezas, se encuentra el reloj que se empleó para dar la salida al primer tren que circuló en la península.

Junto a la de relojes, la sala de Infraestructura recoge de forma interactiva la historia y evolución de las gran-

Fachada principal de la estación y grupo de escolares visitando el museo.

des obras ferroviarias que han hecho posible salvar los caprichos de la orografía: viaductos y túneles, y también estaciones y vías, las comunicaciones, la electrificación, la señalización o el papel de los trabajadores.

En esta dependencia se guarda una singular pieza histórica, la auscultadora de vía Scheidt&Bachmann, una de las más antiguas del museo. El aparato, fabricado en Alemania, medía las variables geométricas de ancho de vía y peralte de los carriles, deslizándose sobre un tramo de vía para obtener el ancho de esta y la altura de los carriles de manera simultánea; las mediciones se iban reflejando en unos gráficos trazados por varias plumillas sobre una banda de papel, donde se registraba la posición real de los carriles. Los datos resultantes permitían determinar los trabajos que eran necesarios para un correcto mantenimiento de la vía. Todo un prodigio de tecnología puntera de la época.

Diminuta realidad

Y en la sala de modelismo, un mundo diminuto de juguetes y maquetas animadas de diferentes épocas y escalas muestran una singular visión de la historia del tren y recrean la marcha de los convoyes circulando veloces e incansables por paisajes reales o imaginarios, cruzando puentes, túneles y estaciones, que rememoran una realidad liliputiense con el encanto de los viejos trenes infantiles.

Y, ya en el exterior, se encuentra el enclavamiento de Algodor y su puente de señales, un elemento singular del patrimonio industrial ferroviario puesto en marcha en 1927 y que funcionó hasta el año 2000, cuando fue sustituido por un enclavamiento electrónico. Dispone de 110 palancas, 70 para señales y 40 para agujas, que se accionaban mediante la presión del agua. Toda una reliquia del utillaje ferroviario y único enclavamiento de estas características que se conserva en España.

Renfe y la ONT firman un acuerdo para el traslado en AVE de órganos para trasplante renal cruzado

La ministra de Fomento, Ana Pastor, y el ministro de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad, Alfonso Alonso, han firmado un acuerdo de colaboración entre Renfe y la Organización Nacional de Trasplantes (ONT) que permitirá el traslado de órganos para el trasplante renal cruzado en los trenes de alta velocidad y larga distancia. El trasplante renal cruzado, en el que el órgano procede de un donante vivo, puede programarse con antelación y adaptar los protocolos quirúrgicos a los medios de transporte de modo que el traslado de órganos se realice en óptimas condiciones.

Entre otros aspectos el acuerdo prevé que en el momento en que surja la necesidad de trasladar un órgano de una ciudad a otra, la ONT informará a la unidad asignada por Renfe (el Centro de Gestión de Operaciones de la compañía) sobre los detalles de la operación y asumirá la comunicación y seguimiento del traslado, desde la entrega del órgano hasta su recepción. La ONT proporcionará también el profesional sanitario, designado por el hospital en que se efectuó la extracción, que será encargado de la custodia y transporte del órgano. Renfe, por su parte, coordinará todas las acciones necesarias para que el traslado se efectúe en el menor tiempo posible, además de agilizar los filtros de seguridad y facilitar el acceso a las zonas de embarque.

La ministra de Fomento y el ministro de Sanidad en la firma del acuerdo de colaboración para el traslado de órganos.

Luz verde a la Plataforma Logística Industrial Salvaterra-As Neves

El pasado 20 de febrero el consejo de Ministros autorizó la suscripción del convenio de colaboración entre el Instituto Gallego de la Vivienda y suelo, la Autoridad Portuaria de Vigo y el Consorcio de la Zona Franca de Vigo que autoriza el régimen de condominio para el desarrollo de la Plataforma Logística e Industrial Salvaterra-As Neves (PLISAN). La firma permitirá que este mismo año comiencen las obras de la primera fase de urbanización en unas 71 hectáreas, para lo que el Ministerio de Fomento ha consigando ya las correspondientes asignaciones presupuestarias en la partida de gasto del ejercicio 2015.

La Plataforma Logística Industrial Salvaterra-As Neves se configura como un importante núcleo de desarrollo en el costado atlántico de la Península. Está previsto que ocupe una superficie total de 300 hectáreas entre los municipios de Salvaterra y As Neves, en un eje de gran valor estratégico conectado a la Autovía A-52 y la línea férrea Ourense-Vigo. Con la vuelta al condominio contemplada en el nuevo Convenio la inversión total prevista alcanzará los 36 millones de euros.

El Centro de Control de Canarias reduce un 15% las demoras gracias a un nuevo sistema de gestión

El Centro de Control de Canarias (ACC Canarias) es uno de los principales puntos neurálgicos del espacio aéreo español por su posición estratégica en las rutas atlánticas, especialmente para los vuelos entre Europa y Sudamérica. La introducción desde el pasado mes de septiembre de un nuevo sistema de gestión del tráfico aéreo denominado "Point Merge", basado en la navegación por satélite, ha permitido mejorar sensiblemente la fluidez en las aproximaciones a los aeropuertos de Lanzarote y Fuerteventura. Con el apoyo del nuevo sistema se rediseñaron previamente las rutas de aproximación para las llegadas, configurándose también de nuevo las salidas. Esa optimización de las operaciones se tradujo en un incremento cercano al 30% de la capacidad para gestionar el tráfico en ambos aeropuertos y en una reducción a cero de las demoras debidas a la saturación del tráfico aéreo. Todo ello ha repercutido también favorablemente en el espacio aéreo insular, donde las demoras se han reducido un 15% y el tráfico ha aumentado en conjunto un 7%, con una mejora también de la puntualidad.

Fe de erratas: en el nº. 644, en la pág. 5, donde dice LAV Sevilla-Cádiz (819,2 M€), debe decir (19,2 M€).

RECOPILACIÓN ESPECIAL DE REPORTAJES PUBLICADOS EN LA REVISTA ENTRE 2009 Y 2012 Y OTROS DE NUEVA EDICIÓN

Una selección de antiguos trazados ferroviarios, hoy acondicionados por el Programa de Vías Verdes, para descubrir la naturaleza y el patrimonio histórico de los territorios que surcaron a través de 30 rutas accesibles para todos.

PVP: 10 €

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

SOLICITE SU EJEMPLAR EN TELF. : 91 597 53 85 / 53 91
Por fax: 91 597 85 84 (24 horas)
Por correo electrónico: cpublic@fomento.es

Revista del Ministerio de

Fomento

VIADUCTOS SINGULARES DEL SIGLO XXI (FERROCARRIL)

MONOGRÁFICO
Julio-Agosto 2014

PVP: 6 €

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

SOLICITE SU EJEMPLAR EN TELF. : 91 597 53 85 / 53 91
Por fax: 91 597 85 84 (24 horas)
Por correo electrónico: cpublic@fomento.es

ferrovial agroman

Crecimiento basado en la Innovación

Ferrovial Agroman apuesta por la innovación y el desarrollo, así como por la aplicación de nuevas tecnologías en todos los ámbitos de su actividad de diseño, construcción y mantenimiento de infraestructuras.

Con más de 80 años de experiencia y más de 50 años de actividad en 50 países de 5 continentes distintos y más de 650 proyectos realizados con éxito, Ferrovial Agroman es pionera en el proceso de internacionalización de su actividad y referente en la aplicación de las técnicas más avanzadas en la ejecución de sus obras.

ferrovial agroman

Revista del Ministerio de

Fomento

Marzo 2015 Nº 648 3 €

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

El puente sobre la bahía de Cádiz, en la fase final

La red de aeropuertos cierra 2014 con récord de pasajeros y operaciones

Prueba de carga del viaducto del río Ulla

Salvamento Marítimo intervino en más de 5.000 emergencias en 2014

150 años del ferrocarril Córdoba-Málaga

METALÚRGICA DEL GUADALQUIVIR, S.L.

MEGUSA

Avda. de la Esclusa, s/n. 41011 Sevilla. Telf: +34 954 45 28 00. Fax: +34 954 45 22 47
Email: tecnica@megusa.com www.megusa.com

MEGUSA HA FABRICADO DOVELAS Y CARROS DEL NUEVO PUENTE DE CÁDIZ

CON ESTA OBRA YA LLEVAMOS MÁS DE 100 PUENTES Y PASARELAS CONSTRUIDAS

OTRAS CONSTRUCCIONES REALIZADAS

PUENTE DEL ALAMILLO (SE 91) *DRAGADOS-FCC*

PUENTE DE VENTAS (M 98) *DRAGADOS*

AUDITORIO DE TENERIFE (TF 02) *NECSO*

PABELLÓN FERIAL TENERIFE (TF 95) *CUBIERTAS Y MZOV*

RECINTOS PARA PILAS PUENTE EDIMBURGO (UK 12) *FCBC*

VIADUCTO DE ARCHIDONA (AVE-GR 11) *DRAGADOS*

VIADUCTO DE LAS PIEDRAS (AVE- MA 05) *ALTEC*

MUSEO DE LAS CIENCIAS (V 98) *FCC-NECSO*

PALACIO DE LAS ARTES (V 03) *NECSO-DRAGADOS*

PARASOLES DE LA ENCARNACIÓN (SE 10) *SACYR*

VIADUCTO DE LALÍN (AVE- C 09) *FERROVIAL*

DIQUE FLOTANTE MAR DEL ENOL (CA 13) *FCC*

Contenido

Director de la Revista: Antonio Recuero.

Jefe de Redacción: Mariano Serrano.
Maquetación: Aurelio García.
Secretaria de redacción: Ana Herráiz.
Archivo fotográfico: Vera Nosti.
Portada: DCE Andalucía Occidental
Elaboración página web: www.fomento.gob.es/publicaciones. Concepción Tejedor.
Suscripciones: 91 597 72 61 (Esmeralda Rojo Mateos)
Colaboran en este número: Mª del Carmen Heredia, Pepa Martín, Begoña Olabarrieta, Javier R. Ventosa y Julia Sola.
Comité de redacción: Presidencia: Mario Garcés Sanagustín *(Subsecretario de Fomento).*
Vicepresidencia: Eugenio López Álvarez *(Secretario General Técnico).*
Vocales:, *Luis Izquierdo Labella (Director de Comunicación),* Pilar Garrido Sánchez *(Directora del Gabinete de la Secretaría de Estado de Infraestructuras, Transporte y Vivienda),* Eloísa Contín Trillo-Figueroa *(Jefa del Gabinete del Subsecretario),* Mónica Marín Díaz (*Directora del Gabinete Técnico de la Secretaría General de Infraestructuras),* Mª José Rallo del Olmo *(Jefa del Gabinete Técnico de la Secretaría General de Transportes),* Pedro Guillén Marina *(Director del Centro de Publicaciones)* y Antonio Recuero *(Director de la Revista).*
Dirección: Nuevos Ministerios. Paseo de la Castellana, 67. 28071 Madrid.
Teléf.: 915 978 084. Fax: 915 978 470.
Redacción: Teléf.: 915 977 264 / 65.
E-mail: cpublic@fomento.es
Impresión y publicidad: Comunicación y Diseño.
C/ O'Donnell, 18, 5º H 28009 Madrid.
Teléf.: 91 432 43 18. Fax 91 432 43 19.
E-mail: revistafomento@cydiseno.com
www.cydiseno.com
Dep. Legal: M-666-1958. ISSN: 1577-4589.
NIPO: 161-15-005-0

Edita:
Centro de Publicaciones.
Secretaría General Técnica
MINISTERIO DE FOMENTO

Esta publicación no se hace necesariamente solidaria con las opiniones expresadas en las colaboraciones firmadas

Esta revista se imprime en papel con un 60% de fibra reciclada postconsumo y un 40% de fibras vírgenes FSC.

CARRETERAS
02
El coloso luce silueta.
Fase final de la construcción del puente sobre la bahía de Cádiz

AEROPUERTOS
12
El año del despegue.
La red de Aena cierra 2014 con récord de movimientos y pasajeros.

FERROCARRIL
18
Examen final.
Prueba de carga del viaducto sobre el río Ulla.

SALVAMENTO MARÍTIMO
24
Lanzando cabos.
Salvamento Marítimo intervino en unas 5.000 emergencias en 2014.

30. Anticipar y prevenir.
Aprobado el Programa Estatal de Seguridad Operacional para la Aviación Civil.
34. Un agreste recorrido.
150 años del ferrocarril Córdoba-Málaga.
42. En busca de El Dorado.
Patrimonio minero-metalúrgico de la Comunidad de Madrid.
52. Memoria del tren.
El Museo del Ferrocarril de Madrid cumple 30 años.
59. Breves.

Fase final de la construcción del puente sobre la bahía de Cádiz

El coloso luce silueta

Estado actual del puente, con el tramo desmontable ya izado.

Javier R. Ventosa. Fotos: DCE Andalucía occidental

Tras ocho años de trabajos, el puente de la Constitución de 1812, principal elemento del nuevo acceso a Cádiz, tiene prácticamente conectados los distintos tramos de tablero sobre las aguas de la bahía gaditana y muestra con nitidez cuál será su aspecto final. La construcción del mayor puente de carreteras de España ha superado la fase crítica de la obra y progresa según lo previsto hacia su puesta en servicio.

La obra del nuevo acceso viario a Cádiz, el mayor proyecto individual de carreteras en España en este siglo, enfila su recta final. Esta singular actuación, promovida por el Ministerio de Fomento, tiene por objeto aliviar el intenso tráfico existente en las dos entradas por carretera al istmo gaditano –el puente José León de Carranza (N-443) y el corredor de San Fernando (CA-33)–, y pretende captar parte de los más de 40.000 vehículos que circulan a diario por el mencionado puente y evitar las retenciones. Se trata del tercer tramo que completará el nuevo esquema viario de acceso a Cádiz, que ya tiene operativos los dos primeros: el carril reversible del puente Carranza y la duplicación de la carretera N-443.

Este tercer tramo, cuyo presupuesto vigente de obra es de 357 M€, se desarrolla a lo largo de 5 kilómetros entre Puerto Real y Cádiz, salvando las aguas de la bahía gaditana mediante una colosal estructura, el denominado segundo puente, que constituye una de las grandes obras de la ingeniería civil española. Los récords que batirá así lo atestiguan: será el puente más largo de la red viaria española (3.092 metros), ostentará la mayor luz de España (540 metros en su vano principal) y será el segundo con mayor gálibo libre del mundo (69 metros). Otras magnitudes, como el peso del tablero (50.000 toneladas), la altura de las torres (más de 180 metros) o las dimensiones de la dovelas (sin precedentes en España), refuerzan la grandiosidad de la obra.

El proceso constructivo, que ha atravesado diversas vicisitudes, avanza ahora a velocidad de crucero. Actualmente están en pleno desarrollo todos los tajos a lo largo del nuevo acceso a Cádiz, con operarios y maquinaria trabajando tanto sobre el puente como en las infraestructuras que se desarrollan a ambos lados de la bahía. A finales de enero se ha superado una de las fases críticas de la obra, la instalación del tramo desmontable, operación que ha supuesto tanto la conexión con el tramo de acceso a Cádiz, ya acabado, como la

aproximación al tramo atirantado, en su fase final. Tras esta operación, el puente luce la mayor parte del tablero sobre las aguas ya instalado, aunque discontinuamente, desvelando cómo será la imagen definitiva del futuro icono de la bahía de Cádiz. El grado de ejecución global del nuevo acceso a Cádiz se sitúa en el 90% y avanza según la programación hacia su puesta en servicio.

La construcción del puente, dirigida por el Ministerio de Fomento, ejecutada por la UTE Puente de Cádiz (Dragados-Drace) y con asistencia técnica de los proyectistas Ginprosa y Carlos Fernández Casado, es uno de los grandes retos para la ingeniería española, ya que esta obra, además de especialización en grandes estructuras, requiere un elevado nivel de coordinación de equipos que trabajan simultáneamente en las distintas fases de obra, con objeto de orientar con eficacia todos los recursos hacia un objetivo. La obra, además, constituye no solo un exponente de la ingeniería española, sino también un laboratorio de aprendizaje donde las empresas españolas tienen la oportunidad de mejorar procedimientos constructivos y de

Asesoramiento en la fase final

Del avanzado estado de los trabajos en el puente da una idea la contratación por la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento de una empresa especializada para asesorar a la dirección de obra y supervisar los cálculos estructurales en la fase final de obra. Se trata de la empresa de ingeniería Apia XXI, que en diciembre suscribió un contrato para desarrollar los trabajos de redacción del plan de inspección y mantenimiento y la realización de estudios estructurales relativos a las obras del nuevo acceso a Cádiz. Estos trabajos se llevan a cabo sobre tres de los cuatro tramos del puente: tramo de acceso a Puerto Real, tramo desmontable y tramo atirantado.

En concreto, la empresa está redactando el plan de inspección y mantenimiento, que incluye la redacción del protocolo de tesado y sustitución de tirantes, el manual de explotación y el archivo documental del puente. Asimismo, desarrollará estudios sobre la respuesta de la estructura frente a la acción de tres factores: el viento (incluidos ensayos de modelo aerolástico integral en túnel de viento), la acción sísmica y el estado límite último de fatiga. También colabora en la supervisión estructural de las maniobras finales del proceso constructivo (llegada del tablero a las pilas 10 y 15 y conexión con los tramos contiguos, paso del tablero sobre las pilas 11 y 14, izado de dovelas e instalación de tirantes en pilas 12 y 13, entre otros). Una vez concluida la estructura, esta empresa realizará la inspección principal inicial del puente y supervisará el desarrollo de las pruebas de carga dinámica y estática, confrontando los resultados obtenidos con el modelo de cálculo de contraste elaborado por la propia empresa.

El puente visto desde el lado Cádiz, con el tramo desmontable a punto de ser izado entre el tramo de acceso a Cádiz y el tramo atirantado.

Transporte del tramo desmontable a bordo de una pontona.

gestión de equipos en estructuras de grandes dimensiones, de cara a su aplicación en trabajos en el exterior.

.\ Cuatro puentes en uno

El puente sobre la bahía de Cádiz, principal elemento del acceso viario a la capital gaditana, es una estructura dividida en cuatro tramos conectados entre sí que en realidad son cuatro puentes diferentes, cada uno con características técnicas, procedimientos constructivos y ritmos de ejecución diferentes. El estado de ejecución de los cuatro tramos es el siguiente:

Tramo de acceso a Cádiz. Este tramo de puente, que desembocará en una rotonda que distribuirá el tráfico por la ciudad, ha sido el primero de los cuatro con el tablero montado; la obra, iniciada en septiembre de 2012, alcanzó su destino, la pila 9, a finales de 2013. No obstante, para su finalización definitiva queda pendiente de ejecutar toda la superestructura (impermeabilización, firme, pretiles, drenaje, señalización, juntas, etc.), así co-

▶ *Tramo desmontable ya instalado en su posición definitiva.*

mo la correspondiente prueba de carga. Su grado de ejecución actual alcanza el 90%.

Este tramo está formado por una estructura con tablero mixto hormigón-acero, de 581,3 metros repartidos en ocho vanos, con una pendiente del 5%, que arranca en un estribo cerrado en el lado Cádiz y se apoya en ocho pilas ubicadas dentro de la bahía. El tablero, con un peso total de 11.300 toneladas (9.100 toneladas de estructura metálica y el resto de hormigón), se colocó sobre las pilas mediante el lanzamiento o empuje con torre de atirantamiento, en un proceso realizado en nueve fases con la ayuda de gatos hidráulicos, que fue monitorizado mediante control topográfico de precisión por medio de antenas GPS dispuestas en el tablero. Posteriormente fue hormigonado.

El puente sobre la bahía de Cádiz, que constará de cuatro tramos, será el principal acceso a la capital gaditana

Tramo desmontable. Segundo tramo del puente con el tablero montado, era originalmente de tipo basculante. Su misión es permitir, previo desmontaje, el eventual paso de embarcaciones de la factoría de Navantia cuyo gálibo vertical sea superior a 69 metros, máximo existente bajo el tramo atirantado. Tiene una luz libre en ho-

Actuaciones en Cádiz y Puerto Real

A ambos lados del puente se desarrollan cuatro infraestructuras (un enlace en el lado Cádiz y dos enlaces y un viaducto en el lado Puerto Real) que son imprescindibles para la operatividad del nuevo acceso a Cádiz, ya que acogerán todos los movimientos de tráfico sobre la bahía. Estas actuaciones presentan un grado de ejecución avanzado. Se trata de las siguientes:

Enlace de Cádiz. *La entrada a la ciudad se realizará por esta infraestructura, una intersección que se está remodelando para convertirla en una rotonda partida con cruce preferente desde el puente hacia la avenida de las Cortes de Cádiz. La remodelación se inició en mayo de 2014 y los trabajos se centran ahora en la ejecución de redes de pluviales, semaforización, alumbrado, telecomunicaciones y reposición de servicios afectados; próximamente arrancará la construcción del firme. La actuación supera el 45% de ejecución.*

Enlace de La Cabezuela. *Ubicado al final del tramo de acceso a Puerto Real, consiste en una rotonda a nivel inferior que permite todos los movimientos desde/hacia la zona industrial y residencial de los polígonos de La Cabezuela y Río San Pedro. Los ramales al tramo de acceso están construidos. Con la reposición de los servicios afectados ya concluida, actualmente se procede a restituir la urbanización y a ejecutar las primeras capas de firme. La obra está ejecutada al 50%, quedando pendientes la terminación del firme y los sistemas de contención y drenaje, además de señalización, iluminación y balizamiento.*

Viaducto de Río San Pedro. *Situada a continuación del enlace de La Cabezuela, esta estructura de 796 metros repartidos en 18 vanos albergará dos carriles por sentido. La estructura está terminada y actualmente se trabaja en la ejecución de la superestructura. Su grado de ejecución es del 80%.*

Enlace de Río San Pedro. *Conexión del nuevo acceso a Cádiz con la red viaria existente, que permitirá los movimientos hacia los dos puentes de acceso a Cádiz, hacia dos polígonos (La Cabezuela y Río San Pedro) y hacia Puerto Real y El Trocadero. Incluye dos viaductos (147 y 106 metros). La conexión está casi finalizada, con un grado de ejecución del 95%, e incluso están operativos los dos carriles del nudo en el sentido Sevilla-Cádiz, pero su apertura completa debe coordinarse con el avance del resto de la obra.*

Carro de encofrado en el tramo de acceso a Puerto Real.

rizontal de 150 metros e ilimitada en vertical. Consiste en una viga cajón metálico de 150 metros de longitud, 34 metros de anchura, 4.000 toneladas de peso y canto variable de 4-8 metros, una pieza muy singular tanto por su geometría como por los medios necesarios para su colocación.

El emplazamiento de esta estructura en su lugar definitivo, entre las pilas 9 y 10, ha sido una de las fases críticas de la obra, debido principalmente al gran peso del tablero. Su colocación ha requerido maniobras muy especializadas y complejas para su transporte, embarque, fondeo e izado, con el apoyo de equipos auxiliares especiales. Además, la operación ha estado condicionada por la meteorología local, para lo cual se han analizado los niveles de viento y oleaje, las mareas y las corrientes de la bahía, así como la necesidad de realizar operaciones en condiciones diurnas, para designar el momento idóneo.

Finalmente, los responsables de la obra eligieron el 27 de enero para realizar esta maniobra, aunque los preparativos comenzaron a principios de año. La estructura fue transportada desde su lugar de fabricación (una

Trabajos de transporte e izado de una de las secciones del tablero.

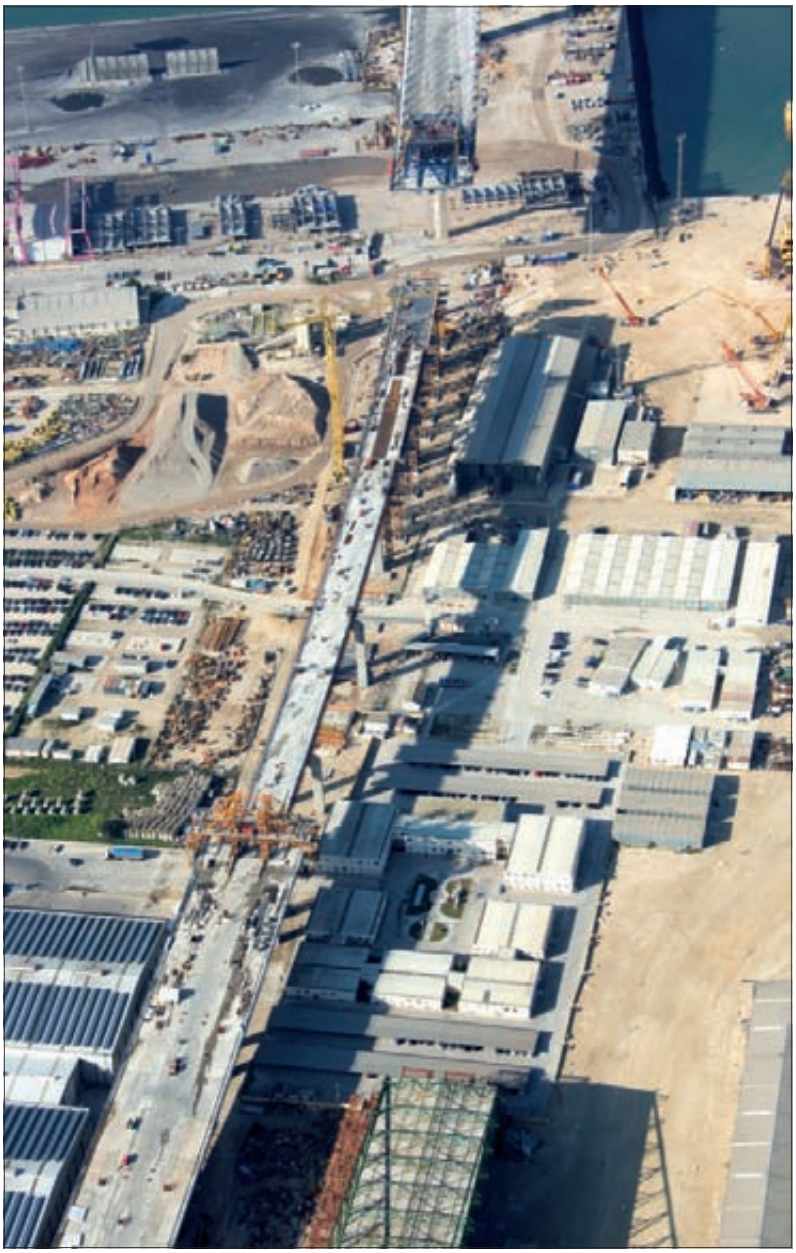
factoría de Puerto Real) al muelle mediante conjuntos de plataformas autopropulsadas constituidos por 168 ejes con una capacidad de elevación de 32 toneladas, e izada a la embarcación con grúas. Para el transporte marítimo se empleó una pontona de 100 metros de largo por 30 metros de ancho, cuya estabilidad y calado se mantuvieron con el apoyo de 22 bombas de 950 m^3/h.

Una vez en el lugar de fondeo, previamente dragado, se procedió al izado hasta la cota definitiva mediante sendos pórticos situados en las pilas 9 y 10, equipados con cuatro unidades de izado de 850 toneladas cada una, dos por punto de tiro, por lo que, dado el peso del tablero, sobraba capacidad de izado. Ambos pórticos, además, disponían de medios adicionales tanto para servir como retenida para la ejecución de la maniobra como para igualar la fuerza necesaria para el equilibrio del pórtico durante el izado. La colocación precisa del tablero entre las pilas 9 y 10 ha sido posible gracias a un sistema de diseñado con capacidad de ajuste suficiente, tanto transversal como longitudinal, para garantizar la correcta ubicación del tablero en su posición definitiva. La operación de izado y colocación del tablero, realizada con importantes garantías de seguridad, concluyó en apenas 12 horas.

La parte más vistosa del puente es un tramo atirantado formado por un tablero mixto de 1.180 m de longitud, de ellos 540 m sobre el agua

Aunque instalado sobre sus apoyos definitivos, el tramo desmontable aún no está conectado a los tramos contiguos, hecho que se llevará a cabo cuando se coloquen las correspondientes juntas de dilatación. Por otro lado, aunque la estructura metálica está finalizada, están pendientes labores de repaso, tanto de soldadura como de tratamiento superficial e interior, además de la ejecución de la superestructura. Actualmente este tramo se encuentra ejecutado al 90%.

Tramo atirantado. El tramo más vistoso del puente está formado por un tablero mixto hormigón-acero de 1.180 metros de longitud (540 metros sobre el agua), constituido por un cajón central de 10 metros de ancho y dos voladizos de 12,50 metros, con un ancho variable entre 33,2 y 34,3 metros que albergará cuatro carriles de circulación y una plataforma tranviaria. Está flanqueado por dos torres de atirantamiento de 181 y 186 metros de altura, una construida en el mar y otra en tierra, que lo sustentarán con 176 tirantes de acero activo, anclados a cada torre a un fuste superior formado por cajones metálicos.



Construcción del tablero y los voladizos del tramo de acceso a Puerto Real.

Izado del tramo desmontable entre las pilas 9 y 10.

▶ *Vista frontal de la sección de una dovela del tramo atirantado y carro de izado.*

Tras el izado de las dos torres de atirantamiento (pilas 12 y 13), que constituyó la primera gran operación de construcción (incluida cimentación profunda en el agua y en tierra), actualmente se ultima la ejecución del tablero. Este está formado por dovelas metálicas de 20 metros de longitud, 35 de anchura y un peso medio de 300 toneladas cada una, construidas en factorías sevillanas, transportadas por piezas a la obra y soldadas allí. Posteriormente son izadas y se ensamblan a la precedente mediante soldadura, siguiendo el método de voladizos sucesivos. Para esta operación se cuenta con el apoyo de grúas de más de 200 metros de altura y cuatro carros de izado, de 500 toneladas cada uno, construidos *ex profeso* para esta obra. Cada cierto tramo se anclan y tesan las parejas de tirantes correspondientes, al tiempo que se hormigonan las losas inferior y superior de las dovelas.

El proceso constructivo del tablero arrancó a finales de 2012 con el izado de la dovela 0 sobre la pila 13. El montaje de las dovelas ha avanzado por ambos lados de cada torre, montándose de forma alternativa hacia puntos kilométricos crecientes y decrecientes a partir de cada torre, de forma que existen cuatro extremos de avance de la estructura. En total se deben montar 64 dovelas, 32 desde la pila 12 (16 dovelas a la izquierda y 14 a la derecha, más dos dovelas 0 en las pilas 11 y 12), 31 desde la pila 13 (15 dovelas a derecha y 14 a izquierda, más una dovela 0 en pila 14 y la dovela de conexión con el tramo atirantado) y la dovela de cierre, de menor longitud que las demás.

Estado actual del tramo atirantado del puente.

A mediados de febrero estaban izadas 56 dovelas, 29 correspondientes a la pila 12 y 27 a la pila 13, conformando una imagen del tramo formada por dos tramos en forma de T con la mayor parte del tablero construido, aún separados entre sí y con los tramos contiguos, pero ya cerca del final. Y es que apenas restan por colocar ocho dovelas (siete mediante izado, pues la dovela de conexión con el tramo de hormigón se cimbra desde tierra), más la de cierre, lo que supone unos 160 metros para finalizar el tablero. Respecto a los tirantes, quedan pendientes de colocación y tesado ocho tirantes de un total de 88 en la torre 12 y 10 tirantes de 88 en la torre 13. Son cifras que elevan el grado de ejecución del tramo al 85%. Según las previsiones, a un ritmo esperado de una dovela a la semana aproximadamente, se estima que los trabajos en los extremos de avance de este tramo finalizarán previsiblemente en mayo.

Tramo de acceso a Puerto Real. El cuarto y último tramo, contiguo al tramo atirantado y que se desarrolla por completo en la orilla de Puerto Real hasta conectar con el enlace de La Cabezuela, presenta actualmente un grado de ejecución del 70%. Se trata de una estructura de 1.180 metros de longitud, con sección de tablero de hormigón pretensado ejecutado *in situ* y 23 pilas de dos tipos (de tipo palmera en el tramo entre las pilas 15 a 17 y de tipo pórtico en el tramo de la 18 a la 37), con luces entre 32 y 75 metros, que asciende hacia el tramo atirantado. Es una estructura singular, de ejecución muy compleja, que sin embargo resulta eclipsada por la imponente presencia del tramo atirantado.

En este viaducto se distinguen tres partes. Las dos más alejadas del tramo atirantado (una final, de 512 metros distribuidos en 13 vanos, con sección de tablero de hormigón pretensado y anchura variable, ejecutada mediante cimbra cuajada; y una de transición, de 54 metros de longitud, con tablero de sección transversal tricelular y anchura de 33,2 metros, ejecutada mediante cimbra porticada) están ejecutadas en su totalidad, quedando pendientes los trabajos de superestructura. Los trabajos se concentran actualmente en la tercera parte, contigua al tramo atirantado, formada por una estructura de 616 metros, distribuidos en seis vanos, con tablero de sección transversal tricelular, que se ejecuta mediante cimbra porticada y con apoyo de un carro de encofrado que avanza sobre raíles. En este tramo actualmente está en ejecución el 85% del tablero en su cajón central y el 40% de los voladizos que completan la sección.

COLABORANDO CON EL MINISTERIO DE FOMENTO EN LOS PROYECTOS Y ASISTENCIA TÉCNICA DE LOS NUEVOS ACCESOS A CÁDIZ

GINPROSA

José Echegaray, 18
28232 Las Rozas (Madrid)
Tel: 91 799 49 00 / Fax: 91 799 49 10
ginprosa@ginprosa.es

La red de Aena cierra 2014 con récord de movimientos y pasajeros

El año del despegue

Pepa Martín

El balance de actividad de los aeropuertos de la Red de Aena durante 2014 mejora con respecto a ejercicios anteriores, un 4,5 por ciento más de movimientos que durante 2013, alcanzando también una cifra récord de 195,9 millones de pasajeros, que consolida la tendencia positiva registrada durante los últimos catorce meses.

Aena

▶ *Vista general de la terminal del aeropuerto de Málaga-Costa del Sol.*

Por capítulos, el tráfico de pasajeros nacionales experimentó un crecimiento del 2 por ciento, con un total de 58,5 millones, pero el récord lo ha marcado el número de pasajeros de vuelos internacionales, que fueron más de 136,4 millones, un 5,7 por ciento más que en 2013.

A estos buenos resultados también habría que sumar los movimientos registrados en el aeropuerto de Londres Luton, que Aena gestiona desde noviembre de 2013, y que el pasado año superó la cifra de 10,5 millones de pasajeros con un crecimiento del 8,1 por ciento. Bate así su propio récord, alcanzado en 2008 con 10,2 millones de pasajeros.

De esta forma, tal y como destacó la ministra de Fomento, Ana Pastor, en el avance de estos datos, dados a conocer en la inauguración de la nueva zona comercial del aeropuerto de Málaga, "Aena es el primer operador aeroportuario del mundo en número de pasajeros", resultados que también alcanzan al número de operaciones, que se incrementaron un 2,3 por ciento hasta los 1,8 millones, al igual que las toneladas de mercancías, que han crecido un 7,2 por ciento hasta un total de 685.209.

Aena

Arriba, sala de embarque del aeropuerto de Gran Canaria. A la izqda., aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas.

▶ *Pasajeros embarcando en un aeropuerto español.*

Mejora generalizada

El aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas se mantiene como el primero de la Red, y cierra también 2014 con récord de cifras, con un crecimiento del ejercicio por encima de la media del conjunto de aeropuertos de Aena. Más de 41 millones de pasajeros han pasado a lo largo del pasado año por sus instalaciones, un 5,3 por ciento más que en 2013, el mayor incremento porcentual registrado desde 2007.

Le sigue el aeropuerto de Barcelona-El Prat que también logra en 2014 su mejor dato en número de pasajeros, 37.559.044, un 6,7 por ciento más que el año anterior, seguido del de Málaga-Costa del Sol, que con un 6,4 por ciento más llega hasta los 13.749.134 millones de pasajeros, mejorando su anterior récord de 2007, y el de Alicante-Elche, que por primera vez en su historia supera los diez millones de viajeros, un 4,4 por ciento más que en 2013.

El conjunto de los aeropuertos canarios también experimenta una mejora muy positiva. El de Tenerife Sur alcanza un nuevo récord con 9.176.274 pasajeros, un 5,5 por ciento más que en 2013, mejorando el dato histórico que no superaba desde 2001, al igual que el de Lanzarote, que con un incremento del 5,5 por ciento alcanza los 5.883.039 millones de pasajeros.

Consolidación

La tendencia positiva que se viene registrando en el último año en cuanto a recuperación del tráfico aéreo se consolida si valoramos los datos del mes de diciembre en la red de aeropuertos de Aena, que superó los 12 millones de pasajeros, un 4,3 por ciento más que el mismo mes del año anterior. De ellos, 7.872.326 eran de vuelos internacionales, un 5,2 por ciento más, y 4.310.173 nacionales, un 3,1 por ciento más.

El número de operaciones que se realizaron en diciembre pasado se incrementó un 0,8 por ciento si lo comparamos con el mismo mes de 2013, al igual que el de mercancías, que aumentó un 3 por ciento, alcanzando 59.527 toneladas en el último mes del año anterior.

En cabeza

El incremento constante de la actividad del aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas se consolida teniendo en cuenta que desde el mes de febrero de 2014 viene experimentando subidas consecutivas en el número de pasajeros, una situación que se repite a partir de marzo en el número de operaciones.

Facturación de equipaje en el aeropuerto de Alicante-Elche.

Así, el aeropuerto madrileño se sitúa con un crecimiento registrado en 2014 por encima de la media del conjunto de aeropuertos de la Red de Aena, que ha sido del 4,5 por ciento en cuanto a pasajeros, y un 2,3 por ciento respecto a operaciones, mientras que las instalaciones madrileñas han crecido un 5,3 y un 2,9 por ciento respectivamente.

Las cifras acumuladas en 2014 mejoran las del año anterior, tanto en pasajeros de vuelos comerciales internacionales, un 6,9 por ciento más y un total de 29.618.803 pasajeros, como en el caso de los vuelos comerciales nacionales, un 1,6 por ciento más, con 12.146.090 pasajeros; en ambos casos, superando los registros de 2007, que hasta la fecha situaban a este ejercicio con el récord.

Respecto a las operaciones realizadas para el tráfico de mercancías, el aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas ha registrado 366.644 toneladas durante el pasado año, un 5,8 por ciento más que el año anterior, y un 53 por ciento del total de la carga aérea movilizada en la red de Aena.

Estos incrementos consolidan la tendencia registrada en el último año, y si comparamos el mes de diciembre de 2014 con el del año anterior, los 3.345.050 pasajeros registrados representan un incremento del 9,8 por ciento.

También en lo que se refiere a operaciones, los 27.622 vuelos comerciales gestionados en diciembre suponen un incremento del 5,9 por ciento respecto al dato registrado en el mismo mes del año anterior, el décimo mes consecutivo de crecimiento y el mayor incremento porcentual en un mes desde el de febrero de 2008.

Las mercancías movilizadas en diciembre de 2014 han sido 33.741 toneladas, en este caso prácticamente el mismo volumen de carga, teniendo en cuenta que en diciembre de 2013 se registraron 33.809 toneladas.

	OPERACIONES	
Aeropuertos	**Total**	**% Inc 2014/s 2013**
ADOLFO SUÁREZ MADRID-BARAJAS	342.601	2,9%
BARCELONA-EL PRAT	283.850	2,7%
PALMA DE MALLORCA	172.628	1,5%
MÁLAGA-COSTA DEL SOL	108.263	5,8%
GRAN CANARIA	102.211	7,0%
ALICANTE-ELCHE	71.570	4,8%
TENERIFE SUR	60.290	7,7%
IBIZA	60.142	6,8%
VALENCIA	56.438	-1,3%
TENERIFE NORTE	52.689	6,9%
LANZAROTE	49.575	12.0%
BILBAO	42.590	-0,2%
SEVILLA	42.380	1,9%
FUERTEVENTURA	40.066	12,9%

Vera Nosti

Descenso de pasajeros de un avión en la T4 de Adolfo Suárez Madrid-Barajas.

Según los datos de ACI Europa (Airport Council Internacional), el aeropuerto madrileño ha destacado también con su crecimiento continuado durante 2014 entre los grandes aeropuertos europeos, y a fecha del mes de octubre ocupaba el cuarto lugar en cuanto a incremento de la actividad.

Destacar, en este sentido, las nuevas rutas que las compañías aéreas han abierto desde el aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas a distintos destinos. Es el caso de Ryanair, que ha estrenado vuelos a Bremen y Colonia, en Alemania; Eindhoven, en Holanda, y Varsovia-Modlin, en Polonia, como destinos europeos, al que se suma Fez, en Marruecos; o Iberia Express a las ciudades alemanas de Stuttgart y Hannover, o Air Europa a Oporto, en Portugal.

También se han iniciado las operaciones de Ethiopian Airlines en España a través de una nueva ruta abierta entre el aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas con Adís Abeba (Etiopía), vía Roma, con tres frecuencias semanales, además de las compañías Norwegian, que ha lanzado nuevos vuelos a Londres, Oslo, Varsovia, Estocolmo, Hamburgo, Helsinki y Malta; United Airlines que vuela a Washinton, y Air Europa a Miami.

Por otro lado, las instalaciones madrileñas se consolidan como el principal centro de conexiones de Europa con Iberoamérica gracias a la inauguración en el mes de junio del nuevo *hub* de Air Europa y la alianza SkyTeam en las terminales T1, T2 y T3, que se añade al de Iberia y al grupo IAG y la alianza Oneworld en las terminales T4 y T4S, mientras que los vuelos nacionales y Schengen se operan desde las terminales T2 y T3.

De esta forma, las tres terminales del Adolfo Suárez Madrid-Barajas se convierten en una plataforma estratégica para las aerolíneas de la alianza SkyTeam, que disponen de un centro de conexiones de vuelos en el que pueden concentrar a pasajeros que proceden de distintas ciudades y quieren volar a un mismo destino.

	PASAJEROS	
Aeropuertos	**Total**	**% Inc 2014/s 2013**
ADOLFO SUÁREZ MADRID-BARAJAS	41.833.374	5,3%
BARCELONA-EL PRAT	37.559.044	6,7%
PALMA DE MALLORCA	23.115.499	1,5%
MÁLAGA-COSTA DEL SOL	13.749.134	6,4%
GRAN CANARIA	10.315.732	5,6%
ALICANTE-ELCHE	10.065.873	4,4%
TENERIFE SUR	9.176.274	5,5%
IBIZA	6.211.882	8,5%
LANZAROTE	5.883.039	10,3%
FUERTEVENTURA	4.764.632	11,9%
VALENCIA	4.592.512	-0,6%
BILBAO	4.015.352	5,6%
SEVILLA	3.884.146	5,3%
TENERIFE NORTE	3.638.953	3,2%

Prueba de carga del viaducto sobre el río Ulla

Examen final

Vista del viaducto al paso de uno de los convoyes utilizado durante las pruebas de carga.

Javier R. Ventosa. Fotos: IDEAM

El Eje Atlántico de alta velocidad entre Santiago de Compostela y Vigo apura la fase final de construcción. El viaducto sobre el río Ulla, principal estructura de esta línea y última en construirse, ya está terminado y se ha sometido recientemente al examen final, las preceptivas pruebas de carga, que son un requisito imprescindible para su puesta en servicio.

Esbelto e integrado en el entorno. Son algunas de las características que definen al nuevo viaducto sobre el río Ulla, principal estructura de ingeniería del Eje Atlántico. Tanto por su complejidad constructiva como por su lugar de emplazamiento, el estuario de la ría de Arousa, o incluso por el récord que atesora (posee el vano central de mayor luz del mundo, 240 m, entre los viaductos de su tipología), constituye una estructura de gran singularidad y "un referente a nivel mundial", en palabras de la ministra de Fomento. Además, será un símbolo para las comunicaciones ferroviarias en Galicia, al servir de nexo de unión entre las provincias de A Coruña y Pontevedra.

Para las pruebas de carga estática el convoy se situó en distintos puntos del tablero durante tres jornadas.

La construcción de esta estructura, que ha estado sometida a importantes condicionantes medioambientales, se inició a principios de 2009 con los trabajos de cimentación, tanto en tierra como en el agua; progresó luego con la ejecución de las 11 pilas que lo sustentan, tres sobre el cauce; continuó con el complicado montaje de la celosía de color verde que la caracteriza, proceso iniciado en los dos vanos laterales y finalizado en el central; y ha culminado a finales de 2014 con la ejecución de la losa superior de hormigón. Sobre el tablero, de 14 metros de anchura, se ha montado la vía y la superestructura que harán posible el paso de los trenes.

Fase de ensayos

Una vez finalizada la obra civil, la dirección de obra ha sometido a la estructura a las preceptivas pruebas de resistencia, una condición de obligado cumplimiento recogida en la normativa de construcción del Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (Adif), que es indispensable para autorizar su puesta en servicio. Su finalidad no es otra que la de comprobar que el viaducto se ha ejecutado correctamente y que cumple con todos los requisitos técnicos y de seguridad, garantizando de esta forma que los trenes pueden circular sobre el mismo con todas las garantías.

Estas pruebas se prolongan durante días, ya que se componen de un conjunto de operaciones de control de la estructura. Entre ellas se incluyen la inspección preliminar, donde se comprueba el estado de los distintos elementos del viaducto; el análisis del proyecto constructivo, que permite comprobar si se han realizado modificaciones respecto al proyecto original; la inspección principal, que aporta información sobre el estado funcional y resistente de la estructura, con objeto de determinar si puede cumplir su función con seguridad; y las pruebas de carga, que permiten conocer cómo reacciona la estructura al paso de los trenes. El proceso concluye con el análisis y el informe final de resultados.

Objetivo cercano

El objetivo de culminar el Eje Atlántico entre A Coruña y Vigo, línea que enlazará las principales ciudades de la fachada atlántica gallega, está ya cerca de ser una realidad. Actualmente se avanza a buen ritmo en los dos últimos tramos de la parte sur de la línea entre Santiago y Vigo: la variante Padrón-Vilagarcía de Arousa, donde se encuentra el viaducto sobre el río Ulla, y el tramo Arcade-Vigo Urzaiz. Ambos tienen la plataforma terminada y ultiman la instalación de la superestructura (vía, electrificación e instalaciones seguridad, señalización, control del tráfico y comunicaciones).

La conclusión de estos trabajos permitirá poner en servicio este año el trayecto entre Santiago y Vigo (93,9 km), que quedará conectado al trayecto A Coruña-Santiago (61,7 km), ya operativo. La finalización del Eje Atlántico, al que el Ministerio de Fomento ha destinado 837,8 M€ en esta legislatura, revertirá en importantes ahorros en los tiempos de viaje en todas las relaciones. Con el nuevo trazado se podrá viajar entre Vigo y A Coruña en una hora y 10 minutos, y entre Santiago y Vigo en alrededor de 45 minutos.

Pruebas estáticas y dinámicas

El viaducto sobre el río Ulla se ha sometido durante el mes de febrero a las preceptivas pruebas de carga, que constituyen la fase más vistosa de los ensayos ya que implican el empleo de material rodante. La naturaleza de estas pruebas ha venido definida por el anteproyecto de prueba de carga elaborado por la consultora pública Ineco, donde se concretan las diferentes hipótesis de carga a reproducir sobre el viaducto, así como los medios materiales a emplear para las mismas, con objeto de obtener datos sobre la respuesta de la estructura a las cargas actuantes. Las pruebas se han dividido en dos tipos: pruebas de carga estática y pruebas de carga dinámica.

Para las primeras se ha empleado un vehículo ferroviario compuesto por cuatro conjuntos de una locomotora 333 de Renfe (de seis ejes, de 20 toneladas cada uno) y un máximo de diez tolvas cargadas de balasto

Datos del viaducto

Tipología	celosía mixta
Longitud	1.620 m
Luz principal	240 m
Altura máxima pilas	60 m
Tramos	3 (370 m-930 m-320 m)
Vanos	12
Pilas	11 (tres en el cauce)
Peso celosía	20.000 t
Periodo ejecución	2009-2014
Constructora	Dragados/Tecsa
Proyecto	Ideam/Euroestudios
Asesoría técnica en estructuras a AT y DO	Ideam
Asistencia técnica a la DO	Typsa
Presupuesto	117,4 M€

Ministerio de Fomento

Las pruebas de carga han permitido comprobar, entre otros vectores, el comportamiento del viaducto frente a acciones dinámicas.

(cada una compuesta por cuatro ejes de 20 toneladas cada uno). Durante tres días, los convoyes se han situado en distintas posiciones a lo largo de los tres tramos en que se divide el viaducto (vanos de acceso del lado Catoira, vanos de acceso del lado Rianxo y vanos centrales), siempre en las dos vías de forma simultánea, hasta completar un total de 18 posiciones de carga diferentes. En cada vano se han instalado aparatos de medición (transductores de desplazamientos), encargados de medir las flechas (deformaciones de la estructura) y las aceleraciones.

En cuanto a las pruebas de carga dinámica, se celebraron el pasado 13 de febrero en presencia de la ministra de Fomento, Ana Pastor, que había acudido para supervisar los trabajos del Eje Atlántico en esta zona. Esta prueba consistió en el paso de un tren de carga por el viaducto a distintas velocidades, desde estática y velocidad media hasta la máxima velocidad permitida en ensayos, así como una prueba de frenada. Su objetivo es recabar de los sensores información adicional sobre la estructura, más allá de la proporcionada por la prueba de carga estática. En concreto, con esta prueba se ha obtenido información relevante sobre las frecuencias propias de vibración y el amortiguamiento de la estructura, dos parámetros básicos del viaducto en su comportamiento frente a acciones dinámicas. También ha sido de utilidad para detectar anomalías de carácter funcional, como movimientos imprevistos en aparatos de apoyo o vibraciones.

El análisis de los resultados de ambas pruebas permitirá a los responsables de Adif conocer cómo se comportará el viaducto ante el paso de convoyes de la tipología que recorrerá el Eje Atlántico, así como determinar la aptitud de la estructura para su puesta en servicio. ▮

EJE ATLÁNTICO DE ALTA VELOCIDAD

Asistencia Técnica y Control y Vigilancia de las Obras de los tramos Villagarcía de Arousa – Catoira y Viaducto del río Ulla

Puerto Cortés, Honduras

Proyecto y supervisión de la ampliación de la terminal de graneles sólidos

Metro de Estocolmo

Planificación y diseño de 11 km de nueva línea con un túnel en roca bajo el mar de Saltsjön

Aeropuerto de Guarulhos, Sao Paulo, Brasil

Plan director y proyecto básico y constructivo de la ampliación y modernización del aeropuerto

detrás de grandes obras siempre hay una gran ingeniería

- Conocimiento, experiencia, capacidad técnica e independencia empresarial.
- 2.500 profesionales de la consultoría al servicio de la inversión en infraestructuras y equipamientos, tanto en España como en el mercado internacional.
- Desarrollo propio de tecnologías aplicadas y nuevos sistemas avanzados. Más de 30 proyectos de I+D+i en marcha.
- Exportación de ingeniería española a todos los continentes, contribuyendo al desarrollo sostenible y a la mejora de la calidad de vida de los ciudadanos.

TYPSA

INGENIEROS CONSULTORES Y ARQUITECTOS

www.typsa.com

Salvamento Marítimo intervino en unas 5.000 emergencias en 2014

Lanzando cabos

Begoña Olabarrieta. Fotos: Sasemar

A lo largo de 2014 la Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima (Sasemar) coordinó el rescate, asistencia o búsqueda de 14.413 personas en las 5.041 actuaciones desarrolladas en toda España, gracias a un equipo de 1.500 trabajadores que han conseguido posicionar a este servicio como un referente en Europa.

La ministra de Fomento, Ana Pastor, presentaba a comienzos de año el balance anual de la Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima relativo a 2014: 14.413 personas atendidas en 5.041 acciones de rescate, de asistencia o de búsqueda y 1.500 profesionales implicados en el éxito de este servicio.

Un balance que cada año dibuja el panorama de las acciones de emergencia en el mar y de la respuesta de Salvamento Marítimo, entidad dependiente del Ministerio de Fomento que, como resaltó Ana Pastor, ha conseguido convertirse en un referente para servicios similares en toda Europa.

▶ *Tareas de rescate y evacuación de la tripilación de un mercante en aguas gallegas.*

Con un sistema de alerta de 24 horas, Salvamento Marítimo tuvo una media diaria de 14 actuaciones y 39 personas atendidas durante el pasado año; unos datos que muestran una variación frente al ejercicio de 2013: se produce un descenso en el número de actuaciones, un 1,5% menos, pero se incrementa el de atenciones, un 10% más.

En su mayoría, las actuaciones estuvieron relacionadas con el salvamento de vidas en la mar, en concreto 3.921 del total; a las que se suman 795 intervenciones dirigidas a garantizar la seguridad marítima y otras 325 relacionadas con la protección del medio ambiente marino.

Asistencia a pateras

Se destaca en este balance anual la labor de asistencia a pateras en las zonas Sur y Levante, y la atención a los inmigrantes que iban a bordo de las mismas. En 2014 Salvamento Marítimo coordinó la asistencia a 5.330 personas que intentaban llegar a las costas españolas a bordo de 423 de estas embarcaciones, procedentes del continente africano.

En estas intervenciones los equipos de Salvamento rescataron a un total de 3.500 inmigrantes, que fueron

David S. Bustamante

1.500 profesionales prestan sus servicios en el salvamento y seguridad en el mar en España.

GRÁFICO (cuadro por zonas). Balance 2014

Zona	Actuaciones	Personas rescatadas
Andalucía	1.077	6.306
Canarias	648	2.142
Cartagena	84	306
Cataluña	646	1.565
C. Valenciana	480	788
Galicia	484	783
Gijón	219	398
País Vasco	296	511
Santander	88	125
Baleares	535	1.381

trasladados a puertos españoles, mientras que el resto fueron auxiliados por medios marroquíes y trasladados a Marruecos.

Por fachadas, el volumen de emergencias relacionadas con pateras tiene especial incidencia en Andalucía, donde desde los cuatro centros ubicados en esa Comunidad Autónoma se atendió a 4.965 inmigrantes de 400 embarcaciones.

Por importancia en número les siguen Canarias, atendiendo a 254 personas procedentes de 13 pateras; Cartagena, con 92 personas a bordo de 8 embarcaciones, y la Comunidad Valenciana, con 19 personas asistidas procedentes de 2 pateras.

Pero además de este tipo de embarcación en 2014 hubo otro tipo de buques implicados; en total fueron 3.535, algo menos que en 2013, año en el que ascendieron a 3.789.

.\ Embarcaciones de recreo

En su mayoría, el 55% de todos los casos atendidos, los implicados en las labores de emergencia fueron embarcaciones de recreo (1.953), con especial incidencia en Baleares, donde del total de los 420 barcos auxiliados, 381 eran de este tipo; seguidos en volumen por la Comunidad Valenciana y el País Vasco, con 209 y 138 respectivamente.

▶En el balance anual destacan las asistencias a pateras en las zonas Sur y Levante.

Nuevas tecnologías para la seguridad

Desde el pasado mes de julio Sasemar facilita una aplicación para smartphone *destinada a mejorar la seguridad en la náutica de recreo.*

Se llama App SafeTrx y se puede descargar de forma gratuita tanto en dispositivos Android como Apple. Su misión es monitorizar los viajes de la embarcación, avisar a los contactos designados por el usuario cuando hay retrasos en el viaje programado y proporcionar información a Salvamento Marítimo sobre la derrota de una embarcación para tomar las acciones oportunas.

Es una aplicación que está especialmente orientada a mejorar la seguridad en la navegación de las embarcaciones de recreo que no disponen de sistemas de identificación automática, pero que no sustituye a los dispositivos del sistema mundial de socorro y seguridad marítima que deba llevar una embarcación determinada, sino que los complementa.

Con SafeTrx el navegante puede introducir de forma sencilla los detalles de su plan de navegación en su smartphone *y zarpar sabiendo ,que si no llega a la hora prevista, su contacto de emergencia y él mismo recibirán una alerta. La aplicación envía periódicamente datos de localización a Salvamento Marítimo, con lo que la capacidad para dar una respuesta rápida en una emergencia es mayor.*

Esta aplicación, desarrollada en Irlanda, ya funciona en ese país y en otros, como Australia o Reino Unido, a través de organismos relacionados con el salvamento o la náutica, y está en estudio en otras naciones.

Coordinación con Puertos del Estado

Puertos del Estado y la Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima firmaban en marzo del pasado año un acuerdo para la ordenación, coordinación y control del tráfico marítimo portuario, y también la intervención en situaciones de emergencia ocasionadas por contaminación marina.

Tras la firma de este acuerdo Sasemar es el organismo encargado de este control en los puertos del Estado con arreglo a los estándares internacionalmente establecidos para los Servicios de Tráfico de Buques, que contemplan servicio de información, servicio de organización del tráfico y la asistencia a la navegación.

Además se encarga de dar respuesta a las necesidades específicas de cada puerto; la coordinación y control de las operaciones asociadas a los servicios portuarios, comerciales y otras actividades; la asistencia en labores de gestión y administración portuaria relacionadas con el tráfico marítimo y las operaciones portuarias; y la coordinación de las tareas de prevención, y actuaciones de emergencia, salvamento y lucha contra la contaminación.

Hugo Ramos

A estos, les siguen en volumen de intervenciones los pesqueros (547 implicados en toda España) y los mercantes (403); mientras que los 632 casos restantes estuvieron relacionados con otros tipos de embarcaciones o artefactos flotantes.

A todas estas labores de rescate e intervención hay que sumar actuaciones en las que no se han visto involucrados buques y que corresponden a asistencias de diferentes tipos a personas en dificultades: caídas al mar, rescate en acantilados, etc.

Por otra parte, y completando el ámbito de actuación, el número total de buques controlados por los 20 centros de Salvamento Marítimo durante 2014 fue de 305.270, de los cuales 143.445 corresponden a buques identificados a su paso por los Dispositivos de Separación de Tráfico de Fisterra, Tarifa y Cabo de Gata y Canarias Oriental y Occidental; mientras que los otros 161.825 buques se controlaron en las entradas/salidas de los puertos españoles. ▮

▶ Sobre estas líneas, dos operaciones de asistencia y rescate de Sasemar. A la izqda., embarcación "Salvamar" de Sasemar.

Centro de publicaciones

Librería de publicaciones oficiales

www.fomento.gob.es

Vista de la T4 del aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas.

Sistema de vigilancia por radar.

Aprobado el Programa Estatal de Seguridad Operacional para la Aviación Civil

Anticipar y prevenir

▶ *Aeropuerto de Alicante-Elche.*

R.F. Fotos: Aena

El Programa Estatal de Seguridad Operacional para la Aviación Civil (PESO), aprobado recientemente por el Gobierno a instancias del Ministerio de Fomento, además de configurarse como una valiosa herramienta para facilitar la toma de decisiones en el ámbito de la seguridad aérea, busca reforzar la prevención mediante la evaluación continua de riesgos y estimulando la participación de los principales agentes del sector.

A iniciativa del Ministerio de Fomento, el Gobierno aprobó el pasado 23 de enero el Programa Estatal de Seguridad Operacional para la Aviación Civil (PESO), con el que ante todo se busca reforzar la seguridad aérea mediante la aplicación de modelos de gestión basados en la prevención y en la mayor participación de los diferentes agentes que integran el sector, desde los fabricantes y proveedores de material aeronáutico, a los prestadores de servicios y gestores de infraestructuras, etc.

.\ Contexto internacional

El nuevo Programa Estatal se adapta a los requerimientos establecidos por la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) en la materia, de manera singular a uno de sus principios esenciales, que establece que los niveles aceptables de rendimientos en cuanto a seguridad operacional sean determinados por los Estados. En este sentido, OACI define el Programa Estatal de Seguridad Operacional como el conjunto integrado de reglamentos y actividades destinado a mejorar la gestión de la misma, e insta a los países a exigir que también los proveedores de servicios y productos aeronáuticos implanten sistemas de gestión de la seguridad operacional acordes con los objetivos de los programas estatales.

Conforme a esos requerimientos, la Unión Europea, a fin de avanzar en la gestión coordinada de su espacio aéreo, ha definido también tres grandes ejes o líneas de actuación en materia de seguridad operacional. En primer lugar, la Estrategia Europea de Seguridad Operacional, considerada como el conjunto de políticas y objetivos decididos al respecto por la Comisión Europea. En segundo, el Programa Europeo de Seguridad Operacional para la Aviación, caracterizado hoy por el conjun-

to integrado de reglamentos y actividades dedicados a gestionar la seguridad operacional en Europa conforme al marco del Reglamento Base de la Agencia Europea de Seguridad Aérea (EASA), que establece unas normas comunes en materia de seguridad operacional en el ámbito comunitario. Finalmente, el tercer gran eje lo configura el Plan Europeo de Seguridad Operacional para la Aviación, también elaborado por EASA y donde se definen las áreas prioritarias en la materia para los países de la UE, así como las medidas de control y seguimiento necesarias. Los objetivos del Plan se establecen a cuatro años, aunque se procede a la revisión anual del mismo.

El Programa Estatal de Seguridad Operacional se ha desarrollado según las pautas fijadas por la EASA y la OACI

Además de todo ello, y como consecuencia de la regulación derivada del Programa Cielo Único Europeo, coexiste un marco regulatorio contrastado, cuyos objetivos, en consonancia con los de los países comunitarios, buscan, además de incrementar la capacidad y fluidez en el espacio aéreo del Viejo Continente, aumentar también la eficiencia global en los sistemas de gestión del tráfico aéreo.

En este sentido, dentro de la normativa desarrollada para su aplicación en el ámbito comunitario, cabe des-

Sistema de aterrizaje instrumental (ILS).

Radioayuda del aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas.

Componentes del Programa Estatal de Seguridad Operacional

1.- Política y objetivos estatales de seguridad operacional

a) Marco legislativo estatal en materia de seguridad operacional.

b) Las responsabilidades funcionales y obligación de rendición de cuentas del Estado respecto de la seguridad operacional.

c) Investigación de accidentes e incidentes.

d) Política de cumplimiento.

2.- Gestión estatal de los riesgos de seguridad operacional

a) Requisitos de seguridad operacional para proveedores de servicios y productos aeronáuticos.

b) Acuerdo sobre el rendimiento en materia de seguridad operacional de los proveedores de servicios aeronáuticos.

3.- Aseguramiento estatal de la seguridad operacional

a) Supervisión de la seguridad operacional.

b) Recopilación, análisis e intercambio de datos sobre seguridad operacional.

c) Fijación de objetivos en función de los datos de seguridad operacional para la supervisión de los elementos más preocupantes o que requieren mayor atención.

4.- Promoción estatal de la seguridad operacional

a) Instrucción, comunicación y divulgación internas de la información sobre seguridad operacional.

b) Instrucción, comunicación y divulgación externas de la información sobre seguridad operacional.

Estacionamiento de aeronaves de la T4 del aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas.

tacar: el Reglamento1035/2011 de la Comisión, que determina los requisitos comunes para la prestación de servicios de navegación, entre ellos el de disponer de un sistema de gestión de la seguridad operacional por parte de los proveedores de servicios de navegación aérea; el Reglamento 1034/2011 de la Comisión, sobre la supervisión de la seguridad en la gestión del tránsito aéreo y los servicios de navegación aérea, y el Reglamento de ejecución n.º 390/2013, en el que se define un sistema de evaluación del rendimiento de los servicios de navegación aérea y de las funciones de red y que, junto con la Decisión de Ejecución de la Comisión de 11 de marzo de 2014, donde se fijan los objetivos de rendimiento de la red de gestión del tránsito aéreo para el período 2015-2019 en la UE, establece los indicadores y objetivos de rendimiento en materia de seguridad operacional en los países comunitarios.

Pautas y desarrollo

El Programa Estatal de Seguridad Operacional para la Aviación Civil ha sido desarrollado, pues, teniendo en cuenta las pautas fijadas por la EASA y la OACI, así como la normativa comunitaria adoptada al respecto.

En concreto, por lo que respecta al desarrollo de su marco y líneas generales, se han seguido fielmente las pautas de la OACI que definen 4 grandes áreas de contenidos, de las que se derivan otros 11 capítulos prioritarios. Esas cuatro grandes áreas del Programa son: la política y objetivos estatales de seguridad operacional; la gestión estatal de los riesgos de seguridad operacional; el aseguramiento estatal de la seguridad operacional, comprendiendo la supervisión, recopilación, análisis, intercambio de datos y fijación de objetivos, y por último, la promoción estatal de la seguridad operacional (para más detalle, ver cuadro adjunto).

Con todo ello el Programa, además de ofrecer una visión integrada del sector aéreo civil en nuestro país, se constituye como una herramienta de ayuda necesaria para identificar, evaluar y prevenir cualquier tipo de riesgos asociados a la seguridad operacional. El PESO busca, en definitiva, extender un enfoque preventivo en la gestión de la seguridad, agilizando el diagnóstico y anticipando la adopción de las medidas correctoras necesarias con la participación activa de los agentes del sector.

Para avanzar en el alcance de sus objetivos, la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA) trabaja ya adicionalmente en la confección de un Plan de Acción de Seguridad Operacional (PASO), que comprende también la elaboración de un informe o memoria en la que con periodicidad anual se reflejarán los cumplimientos del Programa.

Junto a estas líneas, túnel de Almona. Debajo, viaducto de La Falla (AHP de Málaga, fondo Luis Agel).

150 AÑOS DEL FERROCARRIL CÓRDOBA-MÁLAGA

Un agreste recorrido

Texto y fotos: María del Carmen Heredia Campos

La construcción del ferrocarril de Córdoba a Málaga nace como respuesta a la necesidad de los grandes industriales y agricultores malagueños de impulsar y ampliar sus negocios dando salida a sus mercancías por un camino más rápido y económico que el comúnmente utilizado con carros y acémilas. Los productos agrícolas irían hacia el norte y de allí a Europa sin deteriorarse en el camino, y los siderúrgicos hacia el puerto de Málaga y desde él se distribuirían a todo el Mediterráneo. Sobre el papel era un proyecto perfecto.

Estamos en la pujante Málaga de mediados del siglo XIX, en que los grandes inversores y emprendedores locales aspiran a modificar sus fuentes de negocio tradicionales en la provincia, como la uva y la pasa, el vino o el aceite, por otros de desarrollo industrial, apoyados en nuevos productos como el hierro de las ferrerías de la casa Heredia, los tejidos de los telares de la casa Larios u otras industrias auxiliares, o en la introducción de nuevos cultivos de regadío como los cítricos en la vega del río Guadalhorce o la revitalización de la caña en su desembocadura para sus fábricas de azúcar. Industrias que funcionan con máquinas de vapor alimentadas con carbón, cuando el carbón mi-

▶ *Viaducto de La Fuente.*

neral español de los yacimientos del norte resultaba muy caro para los industriales del sur por el coste de un largo y lento traslado, mientras que el carbón inglés, algo más barato, estaba gravado aún con fuertes aranceles. Los comerciantes debían afrontar pese a todo la devaluación de muchos de los productos que entraban por el puerto o se recogían en sus campos, pero que debían encarecerse o correr serio riesgo de deterioro como consecuencia del lento viaje en carros hacia otros lugares de España. Con este sobrecoste, en definitiva, el comercio malagueño raramente resultaba competitivo.

Industriales y hacendados –en gran parte los mismos– deciden apostar por un medio de transporte innovador y rápido, el ferrocarril, y proyectan traer con él el carbón de piedra de las ricas minas de Espiel y Bélmez (Córdoba), necesario para sus fábricas, a la vez que establecer en el puerto de Málaga un gran depósito del mineral para venderlo por todo el Mediterráneo, bien con la flota propia de la casa Heredia (de 18 veleros en 1846), bien con otros barcos que arribasen al puerto. La rapidez del nuevo transporte también les permitiría una mejor distribución de sus productos comerciales, recoger los de otros sectores y recibir abonos y semillas para sus campos. Con la idea de enlazar el puerto con el interior de España a través de Córdoba, empiezan a planificar en 1845 cómo conseguir un camino de hierro que irá sufriendo toda clase de incidencias en su trazado hasta lograr el definitivo ferrocarril Córdoba-Málaga, que, inaugurado en 1865, cumple 150 años en 2015 manteniendo su antiguo recorrido, si bien conviviendo desde 2007 con la línea de alta velocidad.

El largo camino

En sus inicios, la construcción del ferrocarril español se consideraba un negocio particular, y el gobierno, remiso a tomar decisiones de apoyo económico a un medio con su rentabilidad por demostrar, se limitaba a dar las concesiones, proporcionar los terrenos y supervisar los proyectos, con lo que la construcción de los caminos de hierro solo la podían afrontar hombres con gran capacidad de inversión y riesgo ante un éxito inseguro, lo que dilataba las obras en azarosas búsquedas de capital y daba lugar al paso de las concesiones de unas manos a otras por caducidad o por inactividad.

Es en 1851 cuando se crea el Ministerio de Fomento como responsable, entre otras, de las políticas ferroviarias, y se inicia la ordenación de las concesiones con otorgamiento de subvenciones, y cuando también se constituye en Málaga una comisión compuesta por los representantes de su Diputación y su Junta de Comercio. En su nombre, Martín Larios solicita una concesión, que obtiene en 1852, para construir un camino de hierro de Málaga a Córdoba, en base al estudio y planos realizados en 1851 por técnicos ingleses. Con dirección noroeste en el tramo inicial y luego más hacia el norte por el curso del río Guadalhorce, el proyecto de la línea atraviesa los tajos del Gaitán hasta describir a su salida una amplia curva hacia el este, hasta Antequera, donde retoma dirección norte para finalizar en Almodóvar del Río y enlazar con la línea de Sevilla a Córdoba, ya en proyecto. Es este el primer plano que se tiene de la línea, en el que pronto se trazará una rectificación desde Bobadilla, desechando el acercamiento a Antequera para cortar en línea recta hasta Fuente de Piedra y, desde allí, continuar por la traza anterior ofreciendo un recorrido de 178 km. A partir de este momento, es cuando empiezan las dilaciones en el proyecto que impedirían su final feliz. No fueron solo las precauciones de la Administración, lógicas ante un sistema

altamente innovador del que se no se controlaban las consecuencias y no se decidía si proteger o liberalizar, ni las comprensibles presiones de unos pueblos u otros por contar con acceso al camino de hierro, ni tampoco la búsqueda de capitalistas para financiar tan magna empresa; fue la suma de todos esos factores la que retrasó hasta diez años el comienzo del tendido. Y finalmente, aunque el proyecto se culminó en un tiempo récord pese a su dificultad, no reportó la rentabilidad esperada a los inversores y las industrias locales.

Otorgada la primera concesión a Larios en 1851, surgen de inmediato los primeros problemas con otro malagueño, el gran promotor del ferrocarril español, José de Salamanca, apoyado por los inversores descontentos con el trazado aprobado al no pasar este por los grandes centros productores de Andalucía situados entre la parte oriental de la provincia de Córdoba y la occidental de Jaén, con los cuales Málaga mantenía un activo intercambio comercial recibiendo aceite y grano y enviando productos coloniales, telas y manufacturas. Se produce la pugna entre los dos malagueños que finaliza con la anulación de la concesión a Larios y una nueva subasta que obtiene Salamanca en 1854 con un nuevo trazado, obra del inglés Wilson. Esta línea, conocida como Ferrocarril de Málaga a Almodóvar, que si bien circula por los tajos del Gaitán al igual que el de Larios y termina igualmente en Almodóvar, sí recorre los pueblos más importantes de la campiña cordobesa no surcados por el trazado anterior.

El 16 de septiembre de 1863 se terminaba el tendido del primer tramo, de Málaga a Álora, y dos años despues se inauguró el resto de la línea

Al entrar en vigor la Ley General de Ferrocarriles de 1855, producto de la preocupación de las Cortes por la ordenación, protección del ferrocarril y control de las concesiones, se anulan varias y entre ellas la del Ferrocarril Córdoba-Málaga. Se convoca nueva subasta de la línea y se adjudica en 1856 a la Sociedad del Ferrocarril Grand Central, de Francia, como ramal de la línea de Madrid a Almansa (Albacete), que ya tenía adjudicada dicha empresa, partiendo de Villarrobledo hacia Jaén, Córdoba y Málaga, pero la empresa francesa desiste en 1857 por dificultades económicas y de nuevo se paraliza el proyecto. Mientras tanto, el Ministerio de Fomento decide ceder sus mejores ingenieros de caminos a obras particulares "para vigilar los intereses públicos y asegurar la buena ejecución de los trabajos de las empresas", cuyo cometido será trazar planos, corregir presupuestos de gastos de los trabajos ferroviarios y presentarlos a la Junta Consultiva para su aprobación. El proyecto Córdoba-Málaga le fue asignado a un ingeniero ya reconocido por su intervención en la línea férrea Madrid-Valladolid: Máximo Perea. Este nuevo trazado (el cuarto), presentado en 1857, evitaba el paso por el tajo del Gaitán y transcurría al oeste de la línea de Wilson por Cártama, Coín, Casarabonela, Carratraca, Ardales, Campillos y Fuente de Piedra para cruzarse con el anterior trazado en Casariche (Sevilla) y, salvando el Genil, circular por tierras de Aguilar y Montilla hacia Córdoba capital. Plasmado en un magnífico plano de grandes dimensiones, se conserva hoy en el Ministerio de Fomento. Sin embargo, el proyecto de Perea tampoco sería el último.

El recorrido de esta línea era de 198,961 km con un presupuesto total estimado de 204 millones de reales y una subvención de 71.637.897 reales (360.060 reales el km), y obligaba a construirse con el plano de Perea.

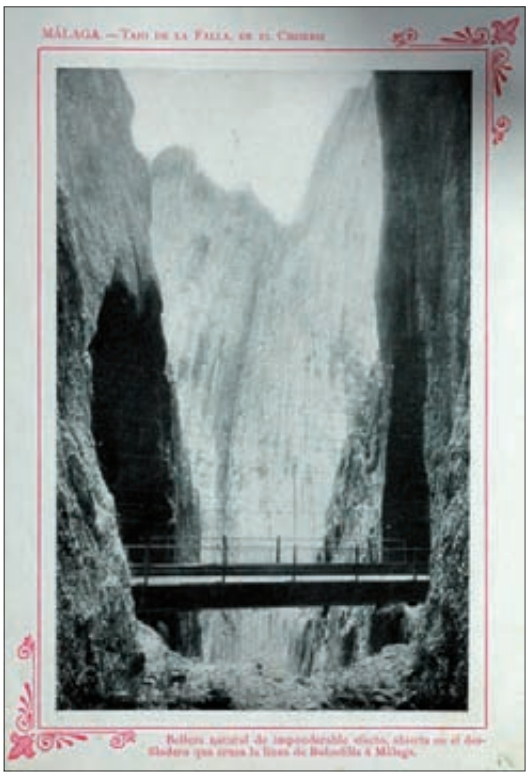
Viaducto de La Cantina con el túnel Rocas Llanas al fondo (arriba), y puente de hierro (Archivo de CEHOPU).

La estación de Málaga en la actualidad y en una foto de 1918 (Archivo Municipal de Málaga).

Se adjudica por R.O. de 19 diciembre 1859 al malagueño Jorge Loring en representación de un variado grupo de inversores, cediendo el marqués del Duero todos los terrenos de su propiedad que atravesase la línea. En mayo de 1860 la Compañía empieza la explanación de Málaga a Cártama, pero en junio contrata las obras con Vitaly, Picard y Compañía. En 1861, ante las dificultades que presenta la línea de Perea en sus primeros 63 km, se solicita una modificación al Ministerio de Fomento para llevarla por el antiguo diseño de Wilson, por el tajo del Gaitán, lo que paraliza las obras durante 10 meses mientras se estudia la rectificación, que se aprueba por R.O. de 31 de diciembre de 1861 rebajando los kilómetros de 198,9 a 192,3, aunque elevando el presupuesto de la partida de obra de 149 millones de reales a 182,4. Y mucho dio que hablar la elección de variante, en el deseo de conjugar la mayor recogida del tráfico con la posibilidad de unas obras que tenían que dominar profundas quebradas del terreno y perforar grandes montañas, según los comentarios de la época. Al elegir el punto final de la línea en Córdoba, este debía ser también el punto donde se estableciera la conexión con la cuenca carbonífera del río Guadiato, idea fundamental que inicialmente motivó la complicada empresa ferroviaria: llevar a Málaga los carbones de Bélmez y Espiel.

Pocos recorridos ferroviarios ofrecen tanta variedad de infraestructuras entre ríos, fallas y tajos que jalonan este agreste paisaje

En la Memoria de 28 de abril de 1862, se informaba a los socios de la superación de los mayores obstáculos y de la buena marcha de las obras y los beneficios que se obtendrían con el enlace de Córdoba con Manzanares y de esta con la línea del ferrocarril del Norte, por donde los ricos y abundantes frutos de la provincia de Málaga circularían directamente a Europa, al mis-



A la izqda., viaducto de La Falla en un folleto de la época. Arriba, plano de la línea (Archivo del Ministerio de Fomento). Junto a estas líneas, tren entrando en el viaducto de La Falla (AHP de Málaga, fondo Luis Agel).

mo tiempo que la gran riqueza de las minas de Espiel y Bélmez lo harían hacia el sur. Sin embargo, los quince años pasados desde que se tuvo la primera idea del ferrocarril en una Málaga boyante no habían transcurrido en balde y, para 1862, ya la industria malagueña se deslizaba por un camino preocupante: cerraba la ferrería El Ángel de Giró por falta de combustible, La Constancia de Heredia reducía producción esperando el carbón de Bélmez y la industria textil de Larios empezaba a ser amenazada por los protegidos productos textiles catalanes y vascos.

La inauguración tan deseada

El 16 de septiembre de 1863 se termina el tendido del primer y más fácil tramo de la línea, Málaga a Álora (37,1 km), y lo inaugura la reina Isabel II durante su visita a la capital para la Exposición de Productos Agrícolas y de Tecnologías Industriales, y el 10 de agosto de 1865, el ministro de Fomento declaró en nombre de S.M. que estaba el nuevo ferrocarril inaugurado, dándose un viva a la reina y empezando a tocar una de las bandas municipales. Unos días después se ponía en explotación y el diario *El Avisador Malagueño* recogía con todo detalle las fiestas que se celebraron y anunciaba los dos viajes diarios de ida y vuelta y los precios de los billetes de viajeros, mercancías y correo para un viaje que tardaba 8 horas, saliendo a las 11 de la mañana de Málaga y llegando a las 7 de la tarde a Córdoba.

La prensa también describía el recorrido, con 17 túneles, 18 puentes, 13 estaciones, 8 viaductos y el paso de 5 ríos: Guadalquivir, Guadajoncillo, Cabra, Genil y Guadalhorce. El coste final se había elevado a 210,5 millones de reales.

Inaugurada la línea, los grandes comerciantes y agricultores instalados próximos a la vía principal proyectan enlazar sus propiedades con esta mediante los "apartaderos", cuya primera autorización obtuvo Tomás Heredia, tendiendo una vía (1867) desde la estación de Málaga a su ferrería La Constancia, que se prolongaría en 1888 hasta el puerto cruzando el río Guadalmedina por un hermoso puente de hierro. La vega del Guadalhorce y la campiña cordobesa se sembraron de apartaderos, origen a menudo de futuras estaciones o poblados.

Crisis financiera

El transporte ferroviario de la línea Córdoba-Málaga inicialmente no fue tan fluido como se deseaba, pero fue aumentando hasta dar buenos resultados en 1868, año en que comienzan tiempos políticos difíciles y la fragilidad de la industria malagueña aumenta, no solo por el problema no resuelto del carbón debido al retraso de la línea de Bélmez, sino por nuevos gastos causados por la construcción de la línea Bobadilla-Granada. Finalmente, Jorge Loring se une con otro importante empresario del ferrocarril, Joaquín de la Gándara, y juntos constituyen la Compañía de los Ferrocarriles Andaluces, que

▶ *Estación de El Chorro y túnel del viaducto en esa misma estación.*

absorbe el Ferrocarril de Córdoba a Málaga (1877), el ramal de Granada y la línea Córdoba a Espiel. Y, si bien el ferrocarril malagueño no pudo salvar a sus promotores, sí que sirvió para movilizar grandes capitales, estimular la producción minera andaluza y dar trabajo a 26.620 obreros con 2.516.800 jornales a lo largo de los tres años que duraron las obras.

Paradójicamente, la Málaga ferretera no pudo participar en la fabricación de elementos para el ferrocarril, no solo por falta de apoyo al hierro andaluz sino también porque el capital para el ferrocarril era, en un alto grado, inglés, belga y francés, y sus representantes importaron infraestructuras, material rodante y vías de sus propias empresas hasta los años 80 del siglo XIX.

.\ Difícil relieve

Pocos recorridos ferroviarios españoles ofrecen tal variedad de elementos de infraestructura entre ríos, tajos y fallas rocosas que jalonan el agreste recorrido del ferrocarril Córdoba Málaga, que 150 años después mantiene su imagen con mínimos cambios.

La línea Córdoba-Bélmez

La extracción de carbón de piedra de las minas de Espiel y Bélmez empieza en 1845, pero las minas estaban incomunicadas por ferrocarril. Serán los hermanos Mamby, ingenieros, en sus estudios de 1851-52, los primeros en pensar en llevar el ferrocarril desde sus yacimientos a Córdoba. La vida de la línea es aún más azarosa que la de Córdoba a Málaga pero finalmente, en 1869, el grupo capitalista malagueño Heredia-Larios-Loring funda una sociedad no ya tanto para llevar el carbón a sus industrias, como inicialmente buscaba, sino para extenderlo a otros mercados internacionales. Se hace con un gran número de minas de carbón y emprende el ferrocarril Córdoba-Bélmez, de 71 km, entre 1870 y 1873, bajo la dirección de Loring.

Desde Málaga el tren iniciaba un agradable recorrido por el valle bañado por el Guadalhorce y las estaciones de Campanillas, Cártama y Pizarra hasta cruzar dicho río por un robusto puente de fábrica para dirigirse al primer túnel en Álora, La Canasta (189 m), y seguir hacia las estaciones de Álora y Las Mellizas, donde de nuevo cruzaba el Guadalhorce por el elegante puente de hierro de Las Mellizas (148 m). Tras él, el terreno iba tornándose agreste hacia la cordillera de los Gaitanes y tres grandes túneles seguidos, en ascenso como el resto de los túneles de la línea –Bombichar (740 m), La Pintada (467 m) y La Almona (436 m)–, pasados los cuales recorría la falda de la montaña por el magnífico viaducto curvo de hierro del Chorro, de más de 300 m de longitud y a 57 m de altura sobre siete pilas, pero de corta vida al estar cimentado en tierras deslizantes y dañarse tanto en 1872, que de 1875 a 1877 se hubo de sustituir por un largo túnel, llamado del Viaducto (897 m). A su salida, entraba en el túnel de La Fuente (77 m) y el viaducto del mismo nombre, de viga inferior de celosía de hierro con los estribos de sillería apoyados en los extremos del barranco de La Fuente. Continuaba el viaje por el túnel del Chorro (248 m) y salía a un barranco en cuyo terraplén deslizante se asentó la vía hasta 1866, año en que se construyó un viaducto techado de celosía de hierro, el del Tajo (52 m), encuadrado en la boca del túnel de La Falla y dejando un ligero hueco de unión entre ambos por donde se podía entrar, en el siglo XX, al Caminito del Rey, pasarela adosada a gran altura de la pared de la montaña. El túnel de la Falla, proyectado como único, fue la gran sorpresa de las obras al toparse los trabajadores con dos profundas e inesperadas fallas en la montaña, obligándoles a construir dos túneles contiguos, la Falla grande (125 m) y la Falla chica (40 m), unidos por el puente de celosía de La Falla (308 m) y confi-

Viaducto del Tajo junto al túnel de La Falla y el Caminito del Rey.

gurando el lugar más emblemático del recorrido al ofrecer una panorámica excelente de la inmensa pared vertical del desfiladero de Los Gaitanes. Continuaba la locomotora por el viaducto de hierro de El Hoyo (73 m), el túnel de Miguel (230 m), el viaducto tubular de hierro Gaitán (68 m) y el túnel de Rocas Llanas (326 m) pasando sobre una zona abierta mediante un amplio pontón de fábrica para alcanzar de nuevo otra zona rocosa de gran altura y obstáculo difícil, con tres nuevos túneles: Tajo Gaitán (368 m), Canutos (163 m) y Turón (595 m). Luego cruza el Guadalhorce por un bello puente de hierro y remonta la margen derecha por los túneles de Gaitán (567 m) y de Bogantes (262 m) para alcanzar la estación de Gobantes y el último túnel, de Vadoyeso (355 m). Tras ello el tren se abría paso por un paisaje ya más plácido, salvando el arroyo Tinajas por un puentecillo de hierro y siguiendo por la campiña antequerana hacia las estaciones de Bobadilla y Fuente Piedra. Luego llegaba a tierras sevillanas en la estación de La Roda, sorteaba el cruce del río Yeguas por un puente de fábrica y arribaba a la estación de Casariche.

> Casi todos los puentes y viaductos se construyeron de celosía de hierro, pero posteriormente muchos fueron sustituidos por hormigón o sillería

Ya en tierras cordobesas salvaba el río Genil por un magnífico puente de celosía de hierro de 130 m de longitud y 28 m de altura sobre pilas de hierro apoyadas en basamentos de sillería. Las siguientes paradas eran las estaciones de Puente Genil y Aguilar de la Frontera y, tras el paso del río Cabra, las de Montilla y Fernán Núñez. Para salvar el río Guadajoz se levantó un puente de hierro antes de la estación de Torres Cabrera y, de nuevo, a la salida de esta, también sobre el Guadajoz, el puente de Fuensequilla (48 m). Por último la línea atravesaba el río Guadalquivir por el magnífico puente de El Alcaide, de viga de celosía (198 m) con tres pilas geminadas de fábrica de artística decoración en sus capiteles que ofrecían dos vanos de luz centrales de 57,60 m y dos laterales de 44,80 m, y ya, a unos 6 km de Córdoba, la línea se hermanaba con la de Sevilla-Córdoba, hasta la estación de Cercadilla.

Casi todos los puentes y viaductos de la línea se construyeron de celosía de hierro, pero, tras las normativas de 1902 y 1905, que imponían el refuerzo o sustitución de puentes y viaductos metálicos no aptos para

A la izqda., viaducto de La Fuente (AHP de Málaga, fondo Luis Agel). A la drcha., el viaducto del Tajo.

soportar las cargas de las nuevas locomotoras, ténderes y vagones, y el plan de Primo de Rivera de mejora de las comunicaciones de 1926, algunos se refuerzan y sobreviven, pero otros, la mayoría, se sustituyen por sólidos ejemplares de hormigón, sillería o mampostería. Así fue con el viaducto de la Fuente y los puentes sobre los ríos Genil y Guadalquivir, mientras el singular puente de la Falla, volado en 1937, se sustituía en 1940 por un bello ejemplar de hormigón, obra del ingeniero Viader Muñoz.

Modificación relevante en el trazado fue la de 1972, entre Bobadilla y el desfiladero de los Gaitanes, debido a la construcción del embalse del Guadalhorce-Guadalteba, bajo cuya cola quedaron la antigua estación de Gobantes, el pueblo de Peñarrubia y los túneles de Vado Yeso, Gobantes, Gaitán, Turón, Canutos y Tajo Gaitán. La variante férrea se desplazó al este de la primitiva y se construyeron tres túneles nuevos: Vado Yeso (1.684 m), Gobantes (861 m), Gaitán (5.321 m), más un cuarto, el túnel del Turán (616 m) en forma de "Y" para unión del antiguo trazado con el moderno, a cuya salida sur continuaba la antigua línea férrea.

Para saber más

- *Morilla Critz, José: "El ferrocarril de Córdoba a la cuenca hullera de Espiel y Bélmez (1852-1880)",* Revista de Hª Económica, *1984.*
- *Olmedo Checa, Manuel: "El primer camino de hierro",* Revista Péndulo, *Málaga, 1992.*
- *Torquemada, José A.: "La compañía de los Ferrocarriles Andaluces en la cuenca minera de Bélmez". Congreso Historia Ferroviaria, Málaga, 2006.*
- *Wais Sanmartín, F.: "Centenario de ferrocarriles en 1965".* Revista de Obras Públicas, *Madrid, 1965.*

Estaciones

La estación de Málaga se construyó con proyecto del ingeniero de caminos Antonio Arriete, de 1863, en una de las huertas de Martín Larios, y su tipología respondía a los grandes edificios con los que las compañías de la época trataban de mostrar su importancia. Constaba de dos amplios pabellones para llegada y salida de viajeros enlazados mediante una gran cubierta de 80 m de longitud y 31 de luz, construida en la fundición francesa de Ferdinand de la Rochette, cerrada al frente por una gran verja con columnas de fundición a la que más tarde se añadió una vistosa vidriera. Entre sus reformas del siglo XIX destaca la de 1877 con la instalación en Málaga de los talleres principales de "Andaluces" y un importante depósito de locomotoras. En Córdoba, en 1864 la Compañía construyó la estación de Cercadilla, muy próxima a la estación de la línea Córdoba a Sevilla (1859), que en 1877 pasó a depender de "Andaluces", parando en ella los trenes procedentes de Almorchón, Málaga y Marchena y los de Córdoba a Bélmez. El estilo del resto de las estaciones de la línea Córdoba-Málaga fue, en general, bastante homogéneo, sencillo y de carácter regional.

Entre las reformas del siglo XX destaca en 1975 la conexión de la estación de Málaga con el aeropuerto y la instalación, en 1989, de un pequeño jardín climatizado en sus toperas, dos elementos que por entonces no tenía ni la estación de Atocha, y en 2007 la construcción de una nueva y gran estación para recibir al AVE Madrid-Córdoba en su mismo lugar histórico. No se mantuvo la marquesina pero sí sus dos pabellones de viajeros, cuya rehabilitación se ha terminado en 2014. La estación de Cercadilla, fue demolida en 1991 para la construcción de la nueva estación del AVE de Córdoba en su lugar.

Patrimonio minero-metalúrgico de la Comunidad de Madrid

En busca de El Dorado

▶ *La Torre de la Mina en Bustarviejo y la sierra desde la explanada del pozo maestro.*

Texto y fotos: Mariano Serrano

Quedan pocos vestigios, pero hubo un tiempo en que las minas de la sierra Norte, la del Rincón y la sierra de Guadarrama alimentaron de plata y cobre las cecas de Segovia o Madrid, y que de sus veneros también salieron otros minerales que tiñeron de rojo fundiciones, forjas y fraguas. Algunos itinerarios de arqueología industrial permiten asomarnos a la historia de un patrimonio madrileño poco conocido, el minero-metalúrgico, del que aún quedan interesantes restos.

Aunque hoy sea poco más que un recuerdo solo presente en museos y monografías especializadas, muchos municipios de la sierra de Guadarrama, la sierra Norte madrileña o la del Rincón –hoy pertenecientes a Madrid pero antaño también de Segovia, Guadalajara o Toledo– pueden presumir de su pasado minero, incluso de haber vivido su particular "fiebre del oro". Es cierto que muchos de los restos de la minería de los metales madrileña –a veces simples calicatas o galerías y pozos cegados o inundados hace muchos años– son hoy irreconocibles y pasan inadvertidos. Pero quedan huellas, algunas atesorando aún suficientes elementos como para haber despertado el

interés por su protección como parte del patrimonio industrial madrileño. Una industria, la minero-metalúrgica, que, aun de forma muy irregular en cuanto a rendimiento, ha estado presente en el entorno serrano durante siglos.

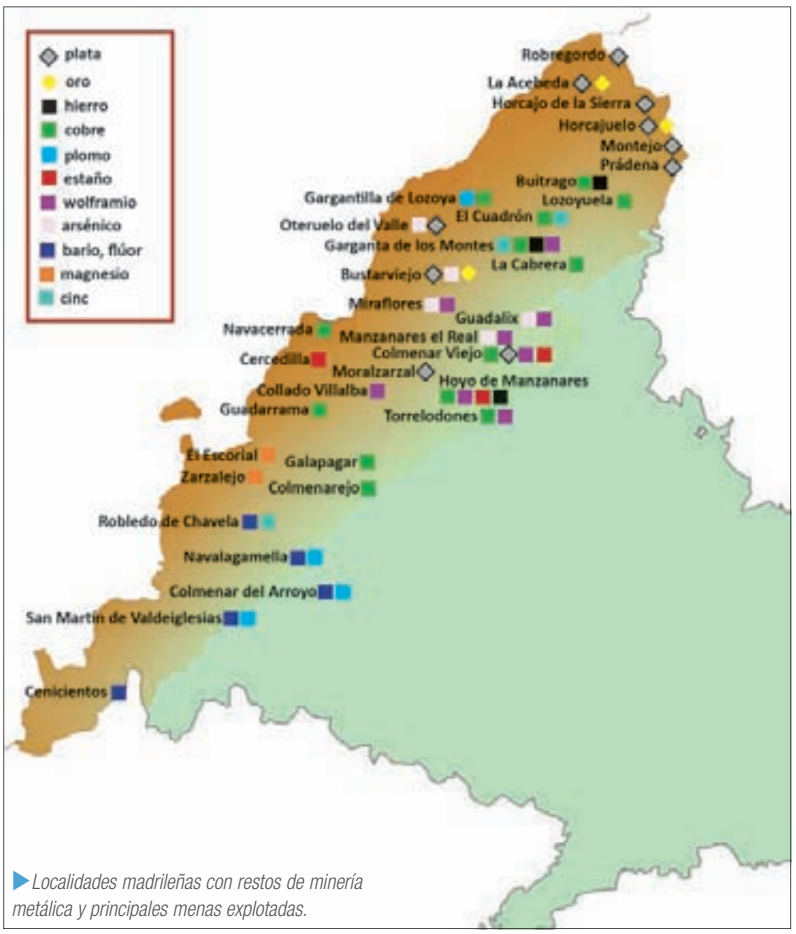
Yacimientos minero-metalúrgicos

Ya a finales del siglo XVIII, Eugenio Larruga, en sus *Memorias políticas y económicas sobre los frutos, comercio, fábricas y minas de España*, da noticia de docenas de explotaciones mineras en todo el arco de sierras, piedemontes y valles que se dibuja entre el oeste de la actual Comunidad de Madrid y el sur de la provincia de Segovia. Y desde Somosierra hasta Cenicientos aún pueden observarse vestigios de aquellas minas mencionadas por Larruga y de otras abiertas con posterioridad, hasta incluso en los años 70 del pasado siglo, en la mayor parte de municipios de la sierra.

En cuanto a los recursos beneficiados de las menas madrileñas, podemos citar cobre, estaño, wolframio, arsénico, bario, hierro, plomo, cinc o incluso oro. Pero fue sobre todo la plata –obtenida de minerales como la freibergita y la pirargirita– la que dio lugar al mayor número de explotaciones, dada su relativa abundancia y el interés que despertó en la Corona de Castilla a partir del siglo XV.

Sin duda en la actual Comunidad de Madrid fueron explotados yacimientos desde la Edad del Cobre (III milenio a. de C.) y en época romana, pero apenas quedan vestigios de esa actividad. Tampoco de la Edad Media quedan restos de minería en el entorno del Guadarrama, y no será hasta 1417 cuando Juan Sánchez, Ferrando Robledo y varios maestros comisionados por Juan II de Castilla para la exploración de los montes en busca de recursos, descubran varios yacimientos en distintos puntos de las sierras de Ayllón y Guadarrama, además de los montes de Toledo, aunque no se tiene constancia de que en los años siguientes existiera una explotación continuada ni provechosa de esos descubrimientos.

Sería a comienzos del siglo XVI cuando la Corona, tal vez animada por el ejemplo de los tesoros americanos, empezó a mostrar un verdadero interés en la minería de los metales en el territorio peninsular –interés que se cifraba no solo en las materias primas extraídas sino sobre todo en los impuestos obtenidos por las concesiones–, legislando en un sentido favorable a la búsqueda, registro y concesión de nuevos yacimientos. Pudo influir también en este despertar del interés minero la obra de Georgius Agricola, *De re metallica*, de 1556, muy divulgada en su tiempo, en la que se desarrollan las bases de la minería de los metales y la metalurgia tal y como se practicó hasta la revolución industrial.



Localidades madrileñas con restos de minería metálica y principales menas explotadas.

La explotación de estos yacimientos, no obstante, fue muy irregular en los siglos siguientes, e incluso casi inexistente durante largos periodos, y habrá que esperar a la segunda mitad del XIX para que pueda hablarse de una breve y fugaz "edad de oro", cuando nuevos conocimientos científicos –en nuestro país, y en especial por lo que a Madrid se refiere, hay que destacar la

A la izqda., pirargirita, mena de plata (Prádena del Rincón). A la drcha., malaquita, mena de cobre (Colmenarejo), y casiterita, mena de estaño (Hoyo de Manzanares). Ejemplares del museo del IGME.

▶ *Arriba, fundición de Colmenarejo. Junto a estas líneas, arcos de herradura de la "casa del malacate" de la mina Antigua Pilar de Colmenarejo.*

figura del ingeniero y geólogo Casiano de Prado–, con nuevos métodos de excavación, extracción y fundición del mineral, y la aparición de las sociedades capitalistas –con entrada de capital extranjero– que jugaban en los mercados bursátiles, inauguraron un resurgimiento de la minería madrileña que duraría hasta finales de ese siglo y comienzos del siguiente. Cuenta Casiano de Prado que en los primeros años de la década de 1840 se realizaron en Madrid más de medio millar de solicitudes de registro o denuncio de minas: 300 sobre plomo, 100 sobre cobre, 40 sobre plata, 40 sobre hierro, 40 sobre arsenopirita, 2 de oro y 2 de estaño. Ha de tenerse en cuenta, además, que en ocasiones lo que se denunciaba era una mina de hierro cuando en realidad lo que se pretendía explotar era plata o cobre, dado que los derechos de superficie eran mucho más baratos en el caso del hierro. Añade De Prado que en esta fiebre por los metales "se obraba con la mayor ceguedad y desconcierto, y sin la cooperación de ingenieros o con ingenieros no suficientemente hábiles". En Bustarviejo llegó a construirse una nueva fundición que –sigue criticando el mismo autor– "costó 30.000 duros y que desde que se concluyó permanece cerrada". Todavía en los años inmediatamente posteriores a la Guerra Civil las minas del entorno del Guadarrama darían un rendimiento

Edificio principal de la mina Antigua Pilar de Colmenarejo.

nada despreciable, sobre todo teniendo en cuenta la situación económica del país.

Algunos de los restos minero-metalúrgicos que aún se conservan están recogidos en el Inventario del Patrimonio Industrial de la Comunidad de Madrid. Con dos de ellos –el conjunto compuesto por la mina, fragua y potro de herrar de Horcajuelo de la Sierra, y las minas del Cerro de la Plata de Bustarviejo– la Fundación para el Conocimiento de Madrid (mi+d) ha diseñado sendos itinerarios de Arqueología Industrial fáciles de recorrer. Otros restos como las minas de cobre de Colmenarejo, fundiciones abandonadas –como la de estaño de Tielmes–, fraguas tradicionales o potros de herrar de pequeños pueblos constituyen también elementos de un patrimonio en riesgo de desaparecer.

.\ Cobre de Colmenarejo y Galapagar

Galapagar, municipio al oeste de Madrid, al pie del Guadarrama, luce en su escudo un campo de sinople sembrado de galápagos, al parecer, según la historiografía local, por la existencia en tiempos remotos de una laguna donde abundaban estas tortugas. No obstante, existe otra posible explicación, pues galápago es también, según la 6.ª acepción del diccionario de la RAE, un lingote corto de plomo, estaño o cobre, por lo que es más probable que el topónimo Galapagar haga referencia a las fundiciones en las que se fabricaban, desde tiempos de la Hispania romana, estos lingotes con los metales extraídos de las numerosas minas que fueron explotadas durante siglos en esta zona, en el actual municipio de este nombre y en el muy próximo de Colmenarejo.

Según las *Memorias* de Larruga, la calcopirita y otros minerales de cobre fueron explotados ya por los romanos, y algunas galerías de minas de Colmenarejo documentadas con posterioridad han sido atribuidas a estos por algunos investigadores. No obstante, habrá que esperar hasta 1514 para encontrar el primer documento que se refiere a las minas de cobre de esta zona. Se trata de una carta de concesión de la reina Juana I a don Diego Hurtado de Mendoza, señor del Real de Manzanares (a la sazón dueño de gran parte del territorio que hoy constituye la sierra madrileña), en el que se ubica la mina concedida “cerca del lugar de Galapagar”.

A partir de entonces, y durante más de 400 años, fueron explotados numerosos filones en toda esta zona, destacando el paraje denominado de los Quemados –topónimo que hace referencia a las labores de fundición del mineral–, en Colmenarejo, en el que se asentaron, ya en el XIX, las más famosas de estas minas, entre ellas

Minas del Cerro de la Plata, en Bustarviejo: interior de una bocamina y torre donde se ubica la primitiva piedra de moler.

la Pilar, cuyos restos aún pueden contemplarse. Entre mediados del siglo XIX y principios del XX, las minas, propiedad por entonces de varias compañías mercantiles, algunas de ellas extranjeras, llegaron a constituir la principal riqueza de la zona y uno de los recursos minerales más importantes de Madrid. A principios del siglo pasado sus recursos se estimaban en un millón de toneladas de calcopirita con un contenido de un 10% de cobre. Tras décadas de inactividad o explotaciones menores y esporádicas, todavía entre 1961 y 1963 se obtuvieron casi doce mil toneladas de mineral. A pesar de todo, a principios de los años 70 todas las minas de la zona fueron abandonadas. Muy cerca de Colmenarejo, a la vera de la colada del Cerro del Burro, pueden verse aún los restos de la fundición, en actividad hasta 1920, y un par de kilómetros más adelante, los restos de la mina Antigua Pilar: pozos, escombreras de mineral y varias edificaciones, entre ellas la "casa del malacate" (cabestrante), que albergaba el pozo maestro, singular construcción cuyas entradas están terminadas en arcos de ladrillo de medio punto.

Según Casiano de Prado, en los primeros años de la década de 1840 se registraron en Madrid más de 500 minas, 40 de ellas de plata

El Dorado en Madrid

En 1840 se descubren en Hiendelaencina, un pueblo de Guadalajara próximo a Madrid, varios yacimientos de plata que muy pronto se convertirían en las minas de este metal más importantes de España durante la segunda mitad del siglo XIX. El "efecto Hiendelaencina" se extendió como la pólvora a la cercana sierra madrileña del Rincón, despertando una auténtica "fiebre del oro" que, tras unos años de furor –hasta principios del siglo XX–, acabó enriqueciendo a unos pocos especuladores y llevando a la ruina a más de una sociedad mercantil. En todo el entorno de esa sierra –Horcajo, Horcajuelo, Montejo o Prádena– se denuncian y reclaman docenas de yacimientos, fundamentalmente de plata aunque también de hierro e incluso de oro. Muchos de ellos, una vez hechos los análisis oportunos, ni siquiera llegaron a ser explotados por falta de interés, y otros revelaron una rentabilidad mucho menor de la esperada. En la actualidad, solo quedan restos apreciables de la mina San Francisco de Horcajuelo de la Sierra: la bocamina principal, el pozo maestro, escombreras con restos del estéril y ruinas de una edificación, llamada por los vecinos del pueblo "el polvorín". La veta –de la mina San Francisco no solo se extrajo plata asociada a otros minerales sino in-

Minas del Cerro de la Plata: entrada de la mina Indiana y escombrera con restos del estéril.

cluso plata nativa– se encontraba a unos 60 metros de la superficie, y una vez extraída era golpeada y machacada a pie de mina para hacer trozos más pequeños, tarea de la que se encargaban fundamentalmente las mujeres y los niños. Ese mineral se llevaba después en carros a la cercana fundición de Hiendelaencina para ser procesado. Horcajuelo de la Sierra presenta otros puntos de interés relacionados con el patrimonio metalúrgico: el potro de herrar y la fragua, que seguían utilizándose hasta hace solo 25 años, cuando se jubiló el último herrero del pueblo.

El otro itinerario minero diseñado por la Comunidad nos lleva a Bustarviejo, a pocos kilómetros al suroeste de Horcajuelo. Allí nos encontraremos con las minas madrileñas explotadas durante más tiempo –desde principios del siglo XV hasta hace cuatro décadas– y también las que albergaron más esperanzas, ambiciones y desengaños en torno a ese supuesto El Dorado a la puerta de casa. Desde el área recreativa de la fuente del Collado, situada a un kilómetro y medio de Bustarviejo por la carretera que lleva a Miraflores, junto a un panel explicativo, parte un ramal del GR-10 que en 15 minutos nos llevará a la bifurcación con un nuevo sendero, que, tras otros 30 minutos de subida, nos dejará al pie de la llamada Torre de la Mina, declarada Bien de Interés Cultural, en cuyo interior aún pueden verse los restos de la piedra de moler. Además de la torre, de las escombreras procedentes de la fundición a pie de mina –llegó a haber otra en el mismo pueblo de Bustarviejo, hoy desaparecida–, de la bocamina principal y del pozo maestro, se pueden ver el malacate y otras máquinas y herramientas procedentes de los últimos intentos de reflotar el yacimiento, allá por los años 70 del pasado siglo.

El de Bustarviejo está considerado como uno de los principales conjuntos minero-metalúrgicos de la Comunidad de Madrid, además de ser uno de los mejor documentados gracias a las citadas *Memorias* de Larruga. Fueron, desde luego, las minas que más tiempo han estado activas, aunque poco sabemos de sus comienzos, excepto que probablemente fueron descubiertas en 1417 por los exploradores enviados por Juan II. El relato de Larruga empieza en tiempos de Felipe III, cuando las minas de la llamada ya por entonces Cuesta de la Plata eran explotadas por un tal Juan Antonio Buitrón.

Todavía en los años 70 del pasado siglo hubo intentos de volver a explotar la minas del Cerro de la Plata, esta vez para beneficiar arsénico

▶ *Fragua de Horcajuelo de la Sierra. Debajo, pozo maestro de la mina de Bustarviejo y malacate utilizado en los años 70 del pasado siglo.*

Después de que otros pioneros intentaran explotar el recurso, al parecer sin mucho éxito, en 1659 la Corona concede la explotación del yacimiento a "un Indio" –como dice Larruga; seguramente un indiano–, que comienza la construcción de un molino, pero que muere al poco tiempo sin haber terminado la obra, aunque su breve paso dejará huella en el nombre de la mina más importante del cerro: la Indiana. En 1679, Carlos II ordena averiguar el estado de la mina, que pasará por distintas concesiones, una de ellas a un platero, Juan Aranda, que encarga la dirección a un "práctico en mineralogía", Luis Romero, con 20 años de experiencia en el Perú. Aunque al principio apenas se obtiene beneficio, a comienzos del XVIII, con solo cuatro mineros, Aranda y Romero empiezan a obtener algunos resultados, y entre 1703 y 1705 se consiguen 26 marcos, 5 onzas y 2½ ochavas de plata (algo más de 6 kg). Pero Aranda ha tenido que incurrir en muchos gastos para sanear pozos inundados y abrir galerías, y cuando la Corona le deniega la prórroga de exención de pagar los quintos, de la que había disfrutado hasta entonces, y tiene además problemas para obtener la leña necesaria para la fundición (estuvo en pleitos con los señores de aquellos contornos, los Mendoza), pierde la concesión.

En 1725, con la concesión a Bernardo Ventura de Capua, teniente coronel, y a un tal Bartolomé de Areni, las minas del Cerro de la Plata viven una de sus mejores épocas. Solo en 1726, en una fundición realizada sobre 2.300 kg de mineral, se obtienen 4 kg de plata. Pero, además, de ese mismo mineral se sacan 2,3 kg de oro, lo que aviva el interés de la Corona, que con el fin de prevenir fraudes nombra un "veedor" y prohíbe a los propietarios sacar nada de la fundición hasta que los metales ya afinados estuviesen pesados, sellados con el sello real y pagados los quintos. Capua y Areni forman entonces una sociedad, a la que pronto llegan las desavenencias. Parece que Capua ponía el dinero, sin tener conocimiento alguno de minería, mientras Are-

ni ponía su saber. El primero pretendió cambiar los acuerdos y quedarse él solo con la sociedad, pagando un salario a Areni, a lo que este se niega, hasta que al final decide dejar la mina, quedando esta sin dirección técnica y prácticamente abandonada, por lo que se ordena su prisión. Desde la cárcel, Areni envía cartas a distintas autoridades defendiendo su postura y tentándoles con las grandes posibilidades que tendrían las minas de Bustarviejo si fueran "beneficiadas con conocimiento". Parece que nadie le hizo caso; de Areni no volvemos a saber nada, y Capua, después de unirse a un nuevo socio y de abrir otros pozos, dejó definitivamente la concesión.

A pesar de nuevos ensayos y numerosas concesiones, breves e intermitentes, las minas de Bustarviejo, como casi todas las demás, no volvieron a dar frutos durante cerca de un siglo. A mediados del XIX, la fiebre minera alcanzó también al Cerro de la Plata, y además de la mina más antigua, ahora llamada Indiana, se abrieron otras –San Juan, San Joaquín, Soledad, Providencia, Lucera– explotadas ya por una sociedad mercantil capitalista, La Madrileña. Además de las minas del Cerro empezarán a explotarse otras menas, como arsénico, pasando la plata a un lugar secundario. Todo ello hasta que a finales del siglo, pasada la fiebre y en plena crisis económica y social, las minas se abandonan para siempre... O casi, porque aún en la década de los 70 del siglo XX hubo un tímido intento de reflotarlas, un nuevo registro –mina Mónica– y nuevas prospecciones e investigaciones, sin buenos resultados, al parecer.

El Cerro de la Plata solo es ya un mirador privilegiado desde el que contemplar las cumbres de la sierra de Guadarrama mientras se evoca un Dorado que nunca llegó a ser tal. Embelasado ante el paisaje, el caminante curioso que ha llegado hasta aquí tiene la sospecha de que la auténtica gema estaba en la superficie, a la vista de todos. ▮

Restos de edificaciones pertenecientes a las minas del paraje conocido como Los Quemados, en Colmenarejo.

MÁS INFORMACIÓN

- *Chamorro, H.; González-Amezúa, C.; Jordá, L..:* La Antigua Pilar y la minería histórica en Colmenarejo, *Ayuntamiento de Colmenarejo-Comunidad de Madrid, Madrid, 2014.*
- *González del Tánago Chanrai, J.; González del Tánago del Río, J.:* Minerales y minas de Madrid, *Mundiprensa-Comunidad de Madrid, 2002.*
- *Jordá, L.; Puche, O; Mazariego, L.F.:* La minería de los metales y la metalurgia en Madrid (1417-1983), *Ministerio de Educación y Ciencia, 2005.*
- *Jordá, L.: "La minería de los metales en la provincia de Madrid: patrimonio minero y puesta en valor del espacio subterráneo" (Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid, 2008).*
- *Larruga, E.:* Memorias políticas y económicas sobre los frutos, comercio, fábricas y minas de España, *Madrid, 1788-1800.*
- *Página web de la Fundación para el Conocimiento de Madri+d:*
  http: //www.madridmasd.org/cienciaysociedad/patrimonio.

Revista del Ministerio de

Fomento

VIADUCTOS SINGULARES DEL SIGLO XXI

(CARRETERAS)

MONOGRÁFICO
Julio-Agosto 2013

PVP: 3 €

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

SOLICITE SU EJEMPLAR EN TELF. : 91 597 53 85 / 53 91
Por fax: 91 597 85 84 (24 horas)
Por correo electrónico: cpublic@fomento.es

El Museo del Ferrocarril de Madrid cumple 30 años

Memoria del tren

▶ *Aspecto de la sala de tracción del museo durante la celebración de una de las ediciones del "Mercado de Motores".*

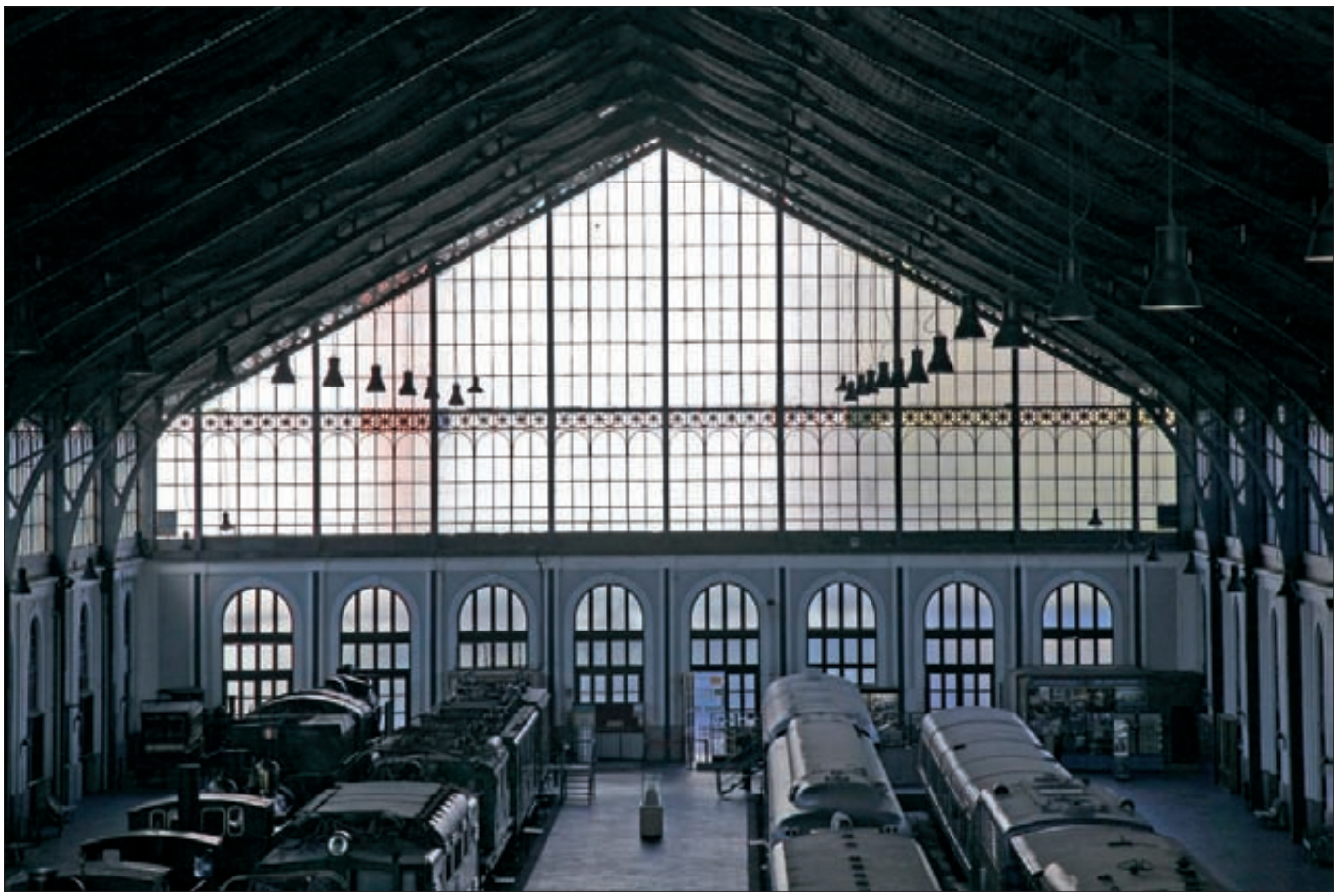
Julia Sola Landero. Fotos: Museo del Ferrocarril

La estación de Delicias, que acoge el Museo del Ferrocarril desde 1984, se ha convertido en uno de los referentes culturales de Madrid, no solo por sus objetos y fondos documentales, sino también por las numerosas actividades, exposiciones o talleres que se desarrollan en ella. Construida hace 135 años, la estación de Delicias atesora hoy auténticas joyas de nuestro patrimonio ferroviario.

El 30 de marzo de 1880, en plena efervescencia en toda Europa del tren como el transporte del futuro, los Reyes Alfonso XII y María Cristina inauguraron la monumental estación de Delicias de Madrid, la primera con estructura de hierro que se construyó en la capital. Después de casi cien años de intensa actividad, el tráfico de trenes de Delicias se trasladó a Chamartín y Atocha, y el 30 de junio de 1969 salió, con destino a Badajoz, el último tren de viajeros que circuló por sus raíles. Aquel día, un grupo de amigos del ferrocarril se arremolinaron en el andén de la estación para despedir a aquel último tren, enarbolando una pancarta que decía: "Es el progreso. Pero qué tristeza. ¡Viva Madrid Delicias!".

El venerable edificio permaneció cerrado hasta 1984, año en el que comenzó una feliz segunda etapa de su vida como memoria viva del tren en España. Fue el 19 de diciembre de aquel año cuando abrió sus puertas el Museo del Ferrocarril de Madrid, que acaba de cumplir sus primeros 30 años, en un contenedor excepcional que es también, en sí mismo, parte de la historia del tren en España.

▶ *Estado de las obras de la estación el 1 de junio de 1879 (foto: Hebert).*



Vista de la sala de tracción.

Orígenes

Corrían los años 20 y 30 del siglo pasado, cuando en Europa comenzaron a celebrarse los primeros centenarios de las grandes líneas férreas. En 1925 lo hizo la línea Stockton a Darlington y en 1930 la de Liverpool-Mánchester. Aquellas celebraciones llevaban aparejado el montaje de exposiciones en las que se mostraban piezas ya históricas, al tiempo que se exhibían los últimos avances tecnológicos, tanto en material rodante, como en infraestructuras. Aquellas primeras muestras serían el germen de los futuros museos ferroviarios que se abrirían en Europa.

Por aquellas fechas, el primer centenario del ferrocarril en España también estaba cerca. En 1948, la línea Barcelona-Mataró –primera que circuló en la península– cumplió 100 años, y se celebró entonces una exposición conmemorativa del evento en el puerto de Barcelona, donde se exhibieron antiguas piezas ferroviarias y la situación del ferrocarril en aquellas fechas.

Ese año nació también el germen del interés –quizá la necesidad– de crear un museo ferroviario español. Pero no fue hasta 1964, año en que se celebraron los centenarios de las líneas Madrid-Zaragoza y Madrid-Irún, cuando Renfe comenzó a estudiar en serio la posibilidad de crear un museo que registrara la impresionante evolución de la tecnología y usos del tren.

Tan solo tres años después, en 1967, se abrió al público el primer museo ferroviario de España. Estaba en el palacio de Fernán Núñez, en la calle de Santa Isabel de Madrid, un edificio de estilo neoclásico de mediados del siglo XIX adquirido por la Compañía Nacional de los Ferrocarriles del Oeste de España y Red de Andaluces, y que después pasó a ser propiedad de Renfe, quien convirtió el edificio en la sede de la Fundación de los Ferrocarriles Españoles, que gestiona el museo.

En aquella primera sede permaneció hasta 1980, fecha en la que Renfe y el Ministerio de Cultura firmaron un acuerdo por el que este último subvencionaba las obras de restauración de la estación de Madrid Delicias, para que fueran instalados allí el por entonces denominado Museo Nacional Ferroviario y el Nacional de la Ciencia y la Tecnología.

A partir de entonces, los primitivos fondos, que reunían maquetas, grabados y utillaje relacionado con el tren, pudieron multiplicarse gracias a la amplitud y características del nuevo espacio, que ofrecía algo impensable en un edificio al uso: poder acoger trenes reales. Una auténtica foto fija de lo que debió ser la imagen cotidiana de la actividad de la estación cuando estaba en uso.

▶ *Andén dedicado a la tracción de vapor.*

El museo alberga una de las colecciones de material histórico ferroviario más interesantes y completas de Europa

Más que un museo

Durante el año 2014, el Museo del Ferrocarril recibió 117.115 visitas –el triple si se suman los asistentes al popular Mercado de Motores–, lo que ha consolidado a este museo como una de las opciones de ocio más atractivas de Madrid. Gran parte de este atractivo se cifra en las numerosas actividades desarrolladas por el museo y en su clara apuesta por una orientación a la comunidad educativa, con la participación de más de 15.000 escolares en el programa "Educa-Tren".

Otras actividades destacadas son el mercadillo de modelismo ferroviario, el teatro familiar y el parque ferroviario infantil "Ferrocarril de las Delicias", así como la organización de exposiciones sobre patrimonio industrial, talleres infantiles o la Feria del Coleccionismo de Madrid "La estación". Además, el museo participa en los programas de la "Noche de los teatros", la "Noche de los libros", el "Día internacional de los museos", la "Semana de la Ciencia" y la "Semana de la Arquitectura".

Y, entre estas variadas actividades, una que acaba de cumplir, al igual que el museo, sus 30 años de existencia y que ya se ha convertido en un clásico del turismo madrileño: el Tren de la Fresa a Aranjuez, que nos permite revivir la experiencia de los primeros viajes en ferrocarril.

.\ Paseo por el pasado

Los fondos más antiguos del museo fueron aportados en su día por las antiguas compañías ferroviarias privadas creadas en el siglo XIX y que tras la nacionalización de los ferrocarriles, en 1941, pasaron a formar parte de Renfe.

Actualmente, el museo alberga una de las colecciones de material histórico ferroviario más completas e interesantes de Europa. En su interior se pueden ver más de treinta vehículos históricos, entre locomotoras y coches de viajeros, a través de los cuales se puede repasar la evolución de la tracción –vapor, eléctrica y diésel– desde los inicios del ferrocarril hasta ahora.

Asomarse por las ventanillas de los trenes del siglo XIX, descubrir los pequeños y cuidados detalles del mobiliario y admirar el primoroso interior de los coches de viajeros, desde el gran lujo de los que contaban con baño, cama y comedor, hasta los coches de tercera con severos asientos de madera, es un delicioso paseo por un pasado que, aunque relativamente reciente, ya se antoja remoto.

Los fondos se sitúan a ambos lados de la gran marquesina de la estación. En su origen, sus dependencias se distribuían en dos pabellones. El del ala izquierda contenía el vestíbulo, los despachos administrativos y dos salas de espera; el del ala derecha albergaba las de-

pendencias de llegada, las cocheras de carruajes y las oficinas. Ahora esos espacios se han reconvertido en salas temáticas: una guarda una colección de antiguos relojes de las estaciones; otra está dedicada a modelismo, con maquetas animadas, y una tercera muestra elementos de la infraestructura ferroviaria. Además del utillaje ferroviario, también se atesoran actas de las antiguas compañías, libros de contabilidad, documentos sobre tarifas, títulos y deuda pública, y una notable fototeca.

Joyas a través del tiempo

En España la tracción de vapor tuvo una larguísima vida. Desde 1848 hasta 1975 se siguió utilizando esta técnica. Por eso se conservan numerosas muestras, como una de las locomotoras de vapor Mikado producidas en España en 1960 y que rodó hasta que fue clausurado oficialmente el vapor en España. Actualmente, la venerable locomotora se ha convertido en una pieza que explica visualmente los mecanismos internos y el funcionamiento de una locomotora de vapor.

Se puede ver también la locomotora inglesa Tardienta, la más antigua de las que se exponen en el museo, construida en 1862 por John Jones&Son. También se encuentra la locomotora Pacific, un modelo salido de los talleres bilbaínos de Babcock&Wilcox y construido a propósito de la celebración de la Exposición Iberoamericana de Sevilla de 1929.

El no va más de la tracción de vapor en España, por su tecnología y prestaciones, fue la locomotora Confederación, que llegó a alcanzar nada menos que 140 km/h, récord de la tracción a vapor en España. De esta locomotora solo se fabricaron diez unidades que se destinaron a prestar servicio en los trenes expresos y rápidos de la línea de Madrid a Irún, donde lle-

Arriba a la izqda., grabado de la inauguración de la estación de Delicias (La Ilustración Española y Americana, *1880). A la dcha., el 30 de junio de 1969 sale el último tren de viajeros de Madrid Delicias: el expreso de Badajoz. Debajo, inauguración del Museo de Ferrocarril. En la foto, el primer director, Julio Álvarez Toro, y el entonces presidente de Renfe, Ramón Boixados.*

Un fondo documental imprescindible

Desde 2009 el Museo del Ferrocarril forma parte de la Red de Museos de España y está adscrito al Ministerio de Fomento. Además de gestionar sus fondos, organiza numerosas actividades y cuenta con servicios de documentación únicos, como la Biblioteca, Hemeroteca y Archivo, que atesora una ingente documentación sobre el tren desde todos sus aspectos: histórico, social, técnico, económico, cultural, legislativo, tecnológico y político. Un fondo de más de 31.000 títulos de monografías y 3.000 títulos de publicaciones seriadas, que se completa con las colecciones especiales de cartografía, folletos, carteles, audiovisuales y memorias empresariales. Un conjunto que hace de este archivo ferroviario un fondo documental de referencia ineludible para el conocimiento del ferrocarril en España.

▶ *Maqueta de la sala de modelismo y trenes de jardín del parque ferroviario "Ferrocarril de las Delicias".*

garon a remolcar convoyes de hasta 18 coches y 810 toneladas.

Las locomotoras descendientes del vapor –eléctricas y diésel– también tienen una nutrida representación. Hay muestras de locomotoras eléctricas datadas entre 1907 y 1963. Entre las diésel se encuentra la 1615 Marilyn de Alco (American Locomotive Company, 1955), primera locomotora diésel-eléctrica de Renfe, después de las que remolcaban el Talgo, adquirida para comenzar el proceso de sustitución de la tracción de vapor por la diésel.

Y, cómo no, el museo también conserva un Talgo, el *Virgen de Aránzazu*, que la compañía de Oriol mandó construir en Estados Unidos, junto con la *Pilar*, *Begoña* y *Monserrat*. Aún hoy resultan innovadoras la ligereza de su carrocería, el confort para el viajero –butacas anatómicas, aire acondicionado o servicios de comidas– y nociones de accesibilidad tan avanzadas para la época como las puertas de acceso a la altura de los andenes.

.\ Tecnología ferroviaria

La velocidad y la precisión en la medición del tiempo comenzaron a ser objeto de culto en el siglo de los grandes descubrimientos. Lógico: los avances técnicos se sucedían velozmente y en el campo ferroviario estaban relacionados con la rapidez y la puntualidad. Por eso, el tren necesitaba una numerosa dotación de relojes orbitando a su alrededor. Objetos útiles y representativos que las compañías ferroviarias colocaron en sus principales estaciones como iconos de la modernidad y el prestigio.

El Museo del Ferrocarril de Madrid atesora una veintena de artilugios que marcaron la hora en estaciones, salas de espera y demás dependencias ferroviarias. Entre esas piezas, se encuentra el reloj que se empleó para dar la salida al primer tren que circuló en la península.

Junto a la de relojes, la sala de Infraestructura recoge de forma interactiva la historia y evolución de las gran-

Fachada principal de la estación y grupo de escolares visitando el museo.

des obras ferroviarias que han hecho posible salvar los caprichos de la orografía: viaductos y túneles, y también estaciones y vías, las comunicaciones, la electrificación, la señalización o el papel de los trabajadores.

En esta dependencia se guarda una singular pieza histórica, la auscultadora de vía Scheidt&Bachmann, una de las más antiguas del museo. El aparato, fabricado en Alemania, medía las variables geométricas de ancho de vía y peralte de los carriles, deslizándose sobre un tramo de vía para obtener el ancho de esta y la altura de los carriles de manera simultánea; las mediciones se iban reflejando en unos gráficos trazados por varias plumillas sobre una banda de papel, donde se registraba la posición real de los carriles. Los datos resultantes permitían determinar los trabajos que eran necesarios para un correcto mantenimiento de la vía. Todo un prodigio de tecnología puntera de la época.

Diminuta realidad

Y en la sala de modelismo, un mundo diminuto de juguetes y maquetas animadas de diferentes épocas y escalas muestran una singular visión de la historia del tren y recrean la marcha de los convoyes circulando veloces e incansables por paisajes reales o imaginarios, cruzando puentes, túneles y estaciones, que rememoran una realidad liliputiense con el encanto de los viejos trenes infantiles.

Y, ya en el exterior, se encuentra el enclavamiento de Algodor y su puente de señales, un elemento singular del patrimonio industrial ferroviario puesto en marcha en 1927 y que funcionó hasta el año 2000, cuando fue sustituido por un enclavamiento electrónico. Dispone de 110 palancas, 70 para señales y 40 para agujas, que se accionaban mediante la presión del agua. Toda una reliquia del utillaje ferroviario y único enclavamiento de estas características que se conserva en España.

Renfe y la ONT firman un acuerdo para el traslado en AVE de órganos para trasplante renal cruzado

La ministra de Fomento, Ana Pastor, y el ministro de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad, Alfonso Alonso, han firmado un acuerdo de colaboración entre Renfe y la Organización Nacional de Trasplantes (ONT) que permitirá el traslado de órganos para el trasplante renal cruzado en los trenes de alta velocidad y larga distancia. El trasplante renal cruzado, en el que el órgano procede de un donante vivo, puede programarse con antelación y adaptar los protocolos quirúrgicos a los medios de transporte de modo que el traslado de órganos se realice en óptimas condiciones.

Entre otros aspectos el acuerdo prevé que en el momento en que surja la necesidad de trasladar un órgano de una ciudad a otra, la ONT informará a la unidad asignada por Renfe (el Centro de Gestión de Operaciones de la compañía) sobre los detalles de la operación y asumirá la comunicación y seguimiento del traslado, desde la entrega del órgano hasta su recepción. La ONT proporcionará también el profesional sanitario, designado por el hospital en que se efectuó la extracción, que será encargado de la custodia y transporte del órgano. Renfe, por su parte, coordinará todas las acciones necesarias para que el traslado se efectúe en el menor tiempo posible, además de agilizar los filtros de seguridad y facilitar el acceso a las zonas de embarque.

La ministra de Fomento y el ministro de Sanidad en la firma del acuerdo de colaboración para el traslado de órganos.

Luz verde a la Plataforma Logística Industrial Salvaterra-As Neves

El pasado 20 de febrero el consejo de Ministros autorizó la suscripción del convenio de colaboración entre el Instituto Gallego de la Vivienda y suelo, la Autoridad Portuaria de Vigo y el Consorcio de la Zona Franca de Vigo que autoriza el régimen de condominio para el desarrollo de la Plataforma Logística e Industrial Salvaterra-As Neves (PLISAN). La firma permitirá que este mismo año comiencen las obras de la primera fase de urbanización en unas 71 hectáreas, para lo que el Ministerio de Fomento ha consigando ya las correspondientes asignaciones presupuestarias en la partida de gasto del ejercicio 2015.

La Plataforma Logística Industrial Salvaterra-As Neves se configura como un importante núcleo de desarrollo en el costado atlántico de la Península. Está previsto que ocupe una superficie total de 300 hectáreas entre los municipios de Salvaterra y As Neves, en un eje de gran valor estratégico conectado a la Autovía A-52 y la línea férrea Ourense-Vigo. Con la vuelta al condominio contemplada en el nuevo Convenio la inversión total prevista alcanzará los 36 millones de euros.

El Centro de Control de Canarias reduce un 15% las demoras gracias a un nuevo sistema de gestión

El Centro de Control de Canarias (ACC Canarias) es uno de los principales puntos neurálgicos del espacio aéreo español por su posición estratégica en las rutas atlánticas, especialmente para los vuelos entre Europa y Sudamérica. La introducción desde el pasado mes de septiembre de un nuevo sistema de gestión del tráfico aéreo denominado "Point Merge", basado en la navegación por satélite, ha permitido mejorar sensiblemente la fluidez en las aproximaciones a los aeropuertos de Lanzarote y Fuerteventura. Con el apoyo del nuevo sistema se rediseñaron previamente las rutas de aproximación para las llegadas, configurándose también de nuevo las salidas. Esa optimización de las operaciones se tradujo en un incremento cercano al 30% de la capacidad para gestionar el tráfico en ambos aeropuertos y en una reducción a cero de las demoras debidas a la saturación del tráfico aéreo. Todo ello ha repercutido también favorablemente en el espacio aéreo insular, donde las demoras se han reducido un 15% y el tráfico ha aumentado en conjunto un 7%, con una mejora también de la puntualidad.

Fe de erratas: en el nº. 644, en la pág. 5, donde dice LAV Sevilla-Cádiz (819,2 M€), debe decir (19,2 M€).

RECOPILACIÓN ESPECIAL DE REPORTAJES PUBLICADOS EN LA REVISTA ENTRE 2009 Y 2012 Y OTROS DE NUEVA EDICIÓN

Una selección de antiguos trazados ferroviarios, hoy acondicionados por el Programa de Vías Verdes, para descubrir la naturaleza y el patrimonio histórico de los territorios que surcaron a través de 30 rutas accesibles para todos.

PVP: 10 €

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

SOLICITE SU EJEMPLAR EN TELF. : 91 597 53 85 / 53 91
Por fax: 91 597 85 84 (24 horas)
Por correo electrónico: cpublic@fomento.es

Revista del Ministerio de

Fomento

VIADUCTOS SINGULARES DEL SIGLO XXI (FERROCARRIL)

MONOGRÁFICO
Julio-Agosto 2014

PVP: 6 €

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

SOLICITE SU EJEMPLAR EN TELF. : 91 597 53 85 / 53 91
Por fax: 91 597 85 84 (24 horas)
Por correo electrónico: cpublic@fomento.es

ferrovial agroman

Crecimiento basado en la Innovación

Ferrovial Agroman apuesta por la innovación y el desarrollo, así como por la aplicación de nuevas tecnologías en todos los ámbitos de su actividad de diseño, construcción y mantenimiento de infraestructuras.

Con más de 80 años de experiencia y más de 50 años de actividad en 50 países de 5 continentes distintos y más de 650 proyectos realizados con éxito, Ferrovial Agroman es pionera en el proceso de internacionalización de su actividad y referente en la aplicación de las técnicas más avanzadas en la ejecución de sus obras.

ferrovial agroman

Centro virtual de publicaciones del Ministerio de Fomento:
www.fomento.gob.es

Catálogo de publicaciones de la Administración General del Estado:
http://publicacionesoficiales.boe.es

Título de la obra: **Revista del Ministerio de Fomento nº 648, marzo 2015**
Autor/Editor: Secretaría General Técnica; Centro de Publicaciones, Ministerio de Fomento
Año de edición: abril 2015

Edición digital:
1ª edición electrónica: mayo 2015
Formato: Pdf
Tamaño: 8,90 MB

NIPO: 161-15-006-6
I.S.S.N.: 1577-4929

P.V.P. (IVA incluido): 1,50 €

Edita:
Centro de Publicaciones
Secretaría General Técnica
Ministerio de Fomento©

Aviso Legal: Todos los derechos reservados.Esta publicación no podrá ser reproducida ni en todo, ni en parte, ni transmitida por sistema de recuperación de información en ninguna forma ni en ningún medio, sea mecánico, fotoquímico, electrónico o cualquier otro.

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO
SECRETARÍA GENERAL TÉCNICA
CENTRO DE PUBLICACIONES

Revista del Ministerio de

Fomento

Abril 2015 Nº 649 3 €

GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO DE FOMENTO

La AC-14 amplía los accesos de A Coruña

En servicio el primer tramo de la variante exterior de Granada

La innovación tecnológica ferroviaria se pone a prueba en la LAV Córdoba-Málaga

Los viejos caminos coloniales y la alta velocidad en EEUU

"Export", una mirada a la proyección internacional de la arquitectura española

TRAFIC

SALÓN INTERNACIONAL DE LA MOVILIDAD SEGURA Y SOSTENIBLE

29 SEPTIEMBRE A 2 OCTUBRE 2015
MADRID-ESPAÑA

CONECTIVIDAD

TRAFIC 2015

SOSTENIBILIDAD

SEGURIDAD

APARCAMIENTO

INFRAESTRUCTURAS

TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN PARA UNA MOVILIDAD SEGURA, SOSTENIBLE Y CONECTADA

PROMUEVEN

MINISTERIO DE FOMENTO

MINISTERIO DE INTERIOR

MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y TURISMO

COLABORAN

EUSKO JAURLARITZA GOBIERNO VASCO

SEGURTASUN SAILA
Segurtasun Saileurrerdeza
Tráfico Zuzendaritza

DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD
Viceconsejería de Seguridad
Dirección de Tráfico

servei català de Trànsit

www.trafic.ifema.es

LINEA IFEMA

LLAMADAS DESDE ESPAÑA
INFOIFEMA 902 22 15 15
LLAMADAS INTERNACIONALES (34) 91 722 30 00

trafic@ifema.es

Contenido

Director de la Revista: Antonio Recuero.

Jefe de Redacción: Mariano Serrano.
Maquetación: Aurelio García.
Secretaria de redacción: Ana Herráiz.
Archivo fotográfico: Vera Nosti.
Portada: DCE Galicia.
Elaboración página web: www.fomento.gob.es/publicaciones. Concepción Tejedor.
Suscripciones: 91 597 72 61 (Esmeralda Rojo Mateos).
Colaboran en este número: Luis Fort López-Tello, Carmen Fort Santa-María, Mª del Carmen Heredia, Pepa Martín, Begoña Olabarrieta, Javier R. Ventosa y Julia Sola.
Comité de redacción: Presidencia: Mario Garcés Sanagustín *(Subsecretario de Fomento).*
Vicepresidencia: Eugenio López Álvarez *(Secretario General Técnico).*
Vocales:, *Luis Izquierdo Labella (Director de Comunicación),* Pilar Garrido Sánchez *(Directora del Gabinete de la Secretaría de Estado de Infraestructuras, Transporte y Vivienda),* Eloísa Contín Trillo-Figueroa *(Jefa del Gabinete del Subsecretario),* Mónica Marín Díaz (*Directora del Gabinete Técnico de la Secretaría General de Infraestructuras),* Mª José Rallo del Olmo *(Jefa del Gabinete Técnico de la Secretaría General de Transportes),* Pedro Guillén Marina *(Director del Centro de Publicaciones)* y Antonio Recuero *(Director de la Revista).*
Dirección: Nuevos Ministerios. Paseo de la Castellana, 67. 28071 Madrid.
Teléf.: 915 978 084. Fax: 915 978 470.
Redacción: Teléf.: 915 977 264 / 65.
E-mail: cpublic@fomento.es
Impresión y publicidad: Comunicación y Diseño.
C/ O'Donnell, 18, 5º H 28009 Madrid.
Teléf.: 91 432 43 18. Fax 91 432 43 19.
E-mail: revistafomento@cydiseno.com
www.cydiseno.com
Dep. Legal: M-666-1958. ISSN: 1577-4589.
NIPO: 161-15-005-0

Edita:
Centro de Publicaciones.
Secretaría General Técnica
MINISTERIO DE FOMENTO

Esta publicación no se hace necesariamente solidaria con las opiniones expresadas en las colaboraciones firmadas

Esta revista se imprime en papel con un 60% de fibra reciclada postconsumo y un 40% de fibras vírgenes FSC.

CARRETERAS
02
Clave para la movilidad.
En servicio la Tercera Ronda de A Coruña (AC-14), primer acceso de alta capacidad libre de peaje a la ciudad.

CARRETERAS
10
Por la Vega de Granada.
En servicio el primer tramo de la variante exterior de la ciudad.

I+D+i
16
El tren del futuro se hace hoy.
Adif pone a prueba tres importantes proyectos de I+D+i en la línea de Alta Velocidad Córdoba-Málaga.

FERROCARRIL
22
Viejos caminos que inspiran los nuevos.
La conexión de las redes de Alta Velocidad (HSR) de los estados de California, Nevada y Arizona y las antiguas rutas españolas ("Anza & old spanish trails").

30. De puertas afuera. La exposición "Export" en el Museo ICO: una reflexión sobre los entramados de la arquitectura española actual en el extranjero.
38. La estación en el bolsillo. "Adif en tu móvil", una aplicación con información en tiempo real.
44. Tesoros de la arqueología industrial. 25 aniversario del Museu del Ferrocarril de Catalunya.
50. Paseo sobre el abismo. Recuperación del histórico Caminito del Rey.
57. La sencillez más elegante. 200 años del nacimiento de Lucio del Valle.

Javier R. Ventosa. Fotos: DCE Galicia

El Ministerio de Fomento ha puesto en servicio el segundo y último tramo de la autovía AC-14, infraestructura clave para la movilidad de A Coruña y su área metropolitana, que permite realizar un enlace directo de alta capacidad entre la autovía del Noroeste (A-6) y la ciudad y su aeropuerto. La finalización de esta vía periurbana y su conexión con el tramo autonómico (V-14) reconfigura el mapa de los accesos a la ciudad y supone una alternativa a la autopista AP-9 y la avenida de Alfonso Molina (AC-11), que presentaba muy alta congestión.

El nuevo tramo de la AC-14, As Lonzas-A Zapateira, es el segundo y último de esta autovía de más de 10 kilómetros de longitud, con origen en la autovía del Noroeste (A-6) y final en el centro de la ciudad de A Coruña, y que a la altura del polígono de Pocomaco conecta con el tramo autonómico de la Tercera Ronda (V-14), cerrando de esta forma el itinerario con destino a la zona de Riazor. Su puesta en servicio fue presidida el pasado 14 de marzo por la ministra de Fomento, quien declaró que con esta nueva infraestructura "A Coruña es un lugar mejor conectado, mejor comunicado". Se estima que en las primeras semanas utilizarán la nueva autovía más de 20.000 vehículos/día.

La nueva infraestructura configura el tercer gran acceso de alta capacidad a la ciudad de A Coruña, tras la autopista del Atlántico (AP-9) y la autovía autonómica A Coruña-Carballo (AG-55), ambas de peaje. Su puesta en servicio completa convierte a la AC-14 en la principal alternativa a la AP-9, a la que ya ha comenzado a descargar de tráfico, y se estima que tendrá un impacto decisivo en la reducción del tráfico en la avenida de Alfonso Molina (AC-11), principal vía de entrada a la ciudad, trazada en los años 50 del pasado siglo por el istmo de la península coruñesa.

Con su entrada en servicio se habilitan dos nuevas conexiones directas hacia las zonas de Riazor-Paseo Marítimo, por la ronda autonómica V-14, y hacia Cuatro Caminos-Puerto, lo que permite que el trayecto desde esos centros de la ciudad hacia Lugo-Madrid (a través de la autovía A-6) o hacia Santiago-Vigo (a través de la AP-9) se realice sin ningún semáforo, con la consiguiente reducción de los tiempos de recorrido, así como con mayores niveles de seguridad y comodidad para el usuario.

Enlace de A Zapateira, punto de conexión de los dos tramos de la AC-14.

En servicio la Tercera Ronda de A Coruña (AC-14), primer acceso de alta capacidad libre de peaje a la ciudad

Clave para la movilidad

Además, la nueva autovía permite drenar parte del tráfico de las rondas interiores de la ciudad (rondas de Nelle y Outeiro), mejorando sustancialmente la movilidad en el área metropolitana. Asimismo, con la flamante autovía, A Coruña dispone de una nueva conexión directa, rápida y más segura con el aeropuerto de Alvedro, que ahora se realiza en la mitad de tiempo.

El presupuesto de la obra del tramo As Lonzas-A Zapateira asciende a 79,3 M€, cantidad a la que hay que sumar las asistencias técnicas de redacción del proyecto y de control y vigilancia de la obra (3,2 M€), así como el coste de las importantes y complejas expropiaciones realizadas, que han supuesto la ocupación de 74 viviendas, naves y alpendres, por un importe de 61,6 M€. La inversión total en este tramo ha sido de 144,1 M€.

.\ Características y trazado

El nuevo tramo tiene una longitud de 4,2 km, con radio mínimo en planta de 400 m y pendiente longi-

El nuevo tramo de la AC-14 tiene su origen en el enlace de A Zapateira.

tudinal máxima del 5,9%. La sección del tronco está formada por dos calzadas con sección variable entre dos y cuatro carriles por sentido, de 3,5 m de anchura cada carril, arcenes exteriores de 2,5 m e interiores de 1,5 m, siendo la mediana de 2 m. El firme, apoyado en una subbase de suelocemento, la integran tres capas de mezclas bituminosas: 15 cm tipo G-25 (capa base), 6 cm de mezcla S-20 (capa intermedia) y 4 cm de mezcla PA-12 (capa de rodadura drenante y fonoabsorbente).

El trazado se desarrolla casi en su integridad dentro del término municipal de A Coruña, salvo una pequeña parte del nudo de A Zapateira, que corresponde al Ayuntamiento de Culleredo, discurriendo de norte a sur. Se inicia en la conexión con la avenida de Salgado Torres, próxima al primer enlace de As Lonzas, enlace a tres niveles en el cual el tronco de la AC-14 tiene su continuidad a través del viaducto de Lonzas. Tras pasar este nudo, y siguiendo con orientación hacia el sur, el tronco de la obra cruza sobre los túneles ferroviarios del Eje Atlántico, cerca ya de la estación de San Cristóbal, para luego girar en desmonte hacia el sureste, sobrevolando mediante el viaducto de Pocomaco dos líneas del triángulo ferroviario existente (conformado por el Eje Atlántico y un ramal del tramo de ferrocarril hacia el puerto de A Coruña), así como el tramo autonómico de la Tercera Ronda (V-14), la carretera CP-0512 y el propio polígono de Pocomaco.

La autovía continúa después a media ladera, en desmonte, e inicia tras el viaducto de Mesoiro una pendiente ascendente del 5,9%, donde se sitúan los mayores terraplenes del tramo, hasta alcanzar el enlace de Mesoiro. Posteriormente el trazado se separa la distancia necesaria exigida por la Dirección Xeral de Patrimonio Cultural de la Xunta de Galicia para rodear por el oeste la zona de protección del Castro de Elviña (Bien de Interés Cultural). En la parte final, el trazado discurre bajo la carretera provincial de A Zapateira (CP-3006), donde se ubica el tercer enlace del tramo, que conecta con el tramo de la AC-14 ya en servicio, A Zapateira-A-6.

Enlaces

A lo largo del trazado se han dispuesto tres enlaces y un intercambiador de autovías. El primero, en As Lonzas, es un enlace a tres niveles: en el superior se desarrolla el tronco mediante el viaducto de As Lonzas; en el intermedio, ubicado en terraplén pero a cota cercana al terreno, se sitúa una gran glorieta que distribuye los tráficos de giro; y en el inferior se ha deprimido la rasante de la avenida de San Cristóbal con una sección de dos carriles por sentido, lo que permite aumentar la capacidad para la importante demanda de tráfico existente en el eje Alfonso Molina-polígono de A Grela-Bens.

El intercambiador de autovías AC-14/V-14, en la zona de Pocomaco, permite la interconexión directa entre los troncos de ambas infraestructuras sin solución de continuidad en sentido Riazor.

El enlace de Mesoiro, de tipología diamante con glorieta inferior, se desarrolla partiendo del viaducto del mismo nombre. Esta glorieta inferior permite conectar la AC-14 con los viales existentes en el polígono de Pocomaco y con la carretera CP-0512 a Feáns. También se encuentra en ejecución –con finalización prevista para este año– un nuevo ramal bidireccional desde el enlace de

Mesoiro hasta uno de los accesos al campus universitario de Elviña.

El tercer enlace, A Zapateira, situado al final del tramo, ha tenido el diseño de sus ramales condicionado por la cercanía del túnel Rías Altas I, casi en el contacto de los tramos de la AC-14. Estos ramales han debido diseñarse mediante lazos que parten de dos glorietas tipo "pesas", adyacentes a los estribos del paso superior del enlace.

.\ Estructuras

Respecto a las estructuras, el nuevo tramo de autovía dispone de tres viaductos, un paso superior, ocho pasos inferiores y una pasarela peatonal, además de varios muros, tanto convencionales como de tierra armada.

Los viaductos más destacados son los de Pocomaco (443 m) y Lonzas (445 m). El primero está formado por

Enlace de Mesoiro e intercambiador entre la AC-14 y la V-14.

dos tableros, constituidos por vigas doble T metálicas y de hormigón, y ejecutados con prelosas prefabricadas y losa armada de hormigón *in situ*; la estructura ha sido adaptada, mediante la elevación de la rasante del tronco y la limitación del canto del tablero, para compatibilizarla con la estructura del tramo autonómico de la Tercera Ronda con la que conecta. El viaducto de Lonzas está formado por dos tableros, ejecutados como cajón postesado de 2,30 m de canto, y dispone de 11 vanos, con luz máxima de 48 metros en el central. El tercer viaducto, el de Mesoiro (105 m), tiene tres vanos y está formado por dos tableros de vigas doble T de hormigón.

El único paso superior ejecutado es la reposición de la carretera provincial de A Zapateira (CP-3006) en el enlace de A Zapateira. Ha sido construido con una losa aligerada de hormigón postesado de canto constante

Nuevas actuaciones en A Coruña

La finalización de la autovía AC-14 y su conexión con los tramos de la Tercera Ronda construidos por la Xunta supone un salto cualitativo para la movilidad en el área metropolitana de A Coruña, ya que permite descargar el tráfico de las rondas interiores y del interior de la ciudad. No obstante, el Ministerio de Fomento desarrolla nuevas actuaciones destinadas a mejorar la fluidez del elevado tráfico (más de 140.000 vehículos/día) que transita por la autopista del Atlántico (AP-9) y la avenida de Alfonso Molina (AC-11), principal vía de entrada y salida de la ciudad. Estas actuaciones están previstas en el protocolo de colaboración para la mejora de las comunicaciones de la AP-9 y su entorno, suscrito en diciembre de 2012 con la concesionaria, Autopistas del Atlántico (Audasa), en virtud del cual se realizarán dos proyectos en A Coruña: la construcción del Vial 18 y la ampliación de la avenida de Alfonso Molina.

Vial 18. *Tramo de 1,7 km y dos carriles por sentido que enlazará la AC-14 en A Zapateira con la AP-9 a la altura del p.k. 4, cerrando una importante malla de alta capacidad que permite nuevas alternativas de acceso a la ciudad desde la autopista AP-9. El proyecto, con una inversión de 19 M€, será financiado por la concesionaria Audasa. El trazado proyectado ha sido sometido en marzo por el Ministerio de Fomento al proceso de información pública.*

Remodelación de la avenida de Alfonso Molina (AC-11). *Consiste en la ampliación de esta vía a cuatro carriles por sentido en un tramo de 2,5 km. Su coste, estimado en 9 M€, también será financiado por Audasa. El proyecto prevé construir un nuevo carril por sentido, remodelar dos enlaces, ejecutar cuatro estructuras (dos pérgolas), reordenar los accesos y construir tres nuevas pasarelas. El Ministerio de Fomento ya ha aprobado el expediente de información pública del proyecto de construcción y tramita con el Ayuntamiento el acuerdo para iniciar las expropiaciones.*

Vista del intercambiador entre la AC-14 y la V-14.

1,40 m, con una longitud de 49 m. En relación a los pasos inferiores, sus dimensiones y tipologías son variadas dada la heterogeneidad de los viales a reponer, así como la ubicación de los mismos. Así, las tipologías empleadas son marcos de hormigón armado (3), bóveda de hormigón (1), pórtico de hormigón armado (1) y puentes de un vano con tablero formado por losa de hormigón armado (3).

En este nuevo tramo se han colocado pantallas acústicas, se han habilitado pasos de fauna y se han plantado casi 25.000 árboles y arbustos

Respecto al sistema de drenaje, los elementos del drenaje transversal incluyen diversos tipos de cunetas (desmonte, pie de terraplén y guarda en desmonte), así como colectores, caces de mediana y dren; varias de estas obras han sido adecuadas como paso de fauna mediante su sobredimensionamiento y acondicionamiento. El drenaje transversal está formado por 20 obras: 12 caños y ocho marcos.

En el apartado de medidas medioambientales, en cumplimiento de la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) se han implantado pantallas acústicas fonoabsorbentes en varios puntos del trazado. También se ha procedido a llevar a cabo plantaciones e hidrosiembra en las zonas afectadas por las obras, como taludes de terraplenes, acopios de tierra, bermas y glorietas. En total, se han plantado 5.600 unidades de árboles de distintos tamaños, así como 18.000 unidades de arbustos de siete especies diferentes.

2015

Mapa Oficial de Carreteras©

ESPAÑA

50ª Edición

Incluye:

- *Cartografía (E. 1:300.000 y 1:1.000.000)*
- *DVD interactivo actualizable vía web (windows 7 o superior)*
- *Caminos de Santiago en España*
- *Alojamientos rurales*
- *Guía de playas de España*
- *Puntos kilométricos*
- *Índice de 20.000 poblaciones*
- *Mapas de Portugal, Marruecos y Francia*

GOBIERNO DE ESPAÑA | MINISTERIO DE FOMENTO

ISBN: 978-84-498-0990-3
NIPO: 161-14-116-1
D.L.: M-24112-2014

Copyright. Prohibida la reproducción total y parcial, incluso el volcado del contenido a cualquier soporte incluyendo sistemas de recuperación de información, ni servir de base para una aplicación distinta o funciones añadidas, sin expresa autorización escrita del propietario del Copyright.

Edición 50
P.V.P.: 22,74 €

También en el DVD:

1100 Espacios Naturales Protegidos
152 Rutas Turísticas
116 Vías Verdes

Centro virtual de publicaciones
Librería virtual y descarga de publicaciones oficiales

www.fomento.gob.es

La nueva infraestructura, puesta en servicio el pasado 30 de marzo, constituye el primer segmento de la futura Variante Exterior de Granada, una vía de alta capacidad de 27,3 kilómetros de longitud destinada a captar los tráficos de largo recorrido que actualmente circulan por la actual circunvalación de la ciudad, conformada en este tramo por la autovía A-44. La variante exterior, que se desarrolla en un corredor situado más al oeste que la actual carretera N-323 (Bailén-Motril), entre Calicasas y Alhendín, quedará integrada en el futuro en la autovía Sierra Nevada-Costa Tropical (A-44), quedando la actual circunvalación bajo una nueva denominación.

La construcción de esta variante exterior, también denominada segunda circunvalación, está justificada por el importante crecimiento del tráfico registrado en la circunvalación de Granada, que sirve a un área metropolitana de más de 500.000 habitantes. En esta ronda que delimita el casco urbano por el oeste confluyen todos los tráficos de largo recorrido norte-sur entre Motril y la costa mediterránea (A-7) y Linares-Jaén-Madrid (autovía del Sur A-4), los procedentes de las autovías autonómicas A-92 (Sevilla-Almería) y A-329 (Granada-Santa Fe) y de la carretera N-432 (Badajoz-Granada), entre otras, además de los propios desplazamientos internos de los conductores de Granada. Como consecuencia de ello, la circunvalación es utilizada a diario por una media de 120.000 vehículos, lo que produce congestiones, sobre todo en periodos vacacionales. La función de la nueva variante, por tanto, será encauzar el tráfico norte-sur y aliviar a la citada circunvalación.

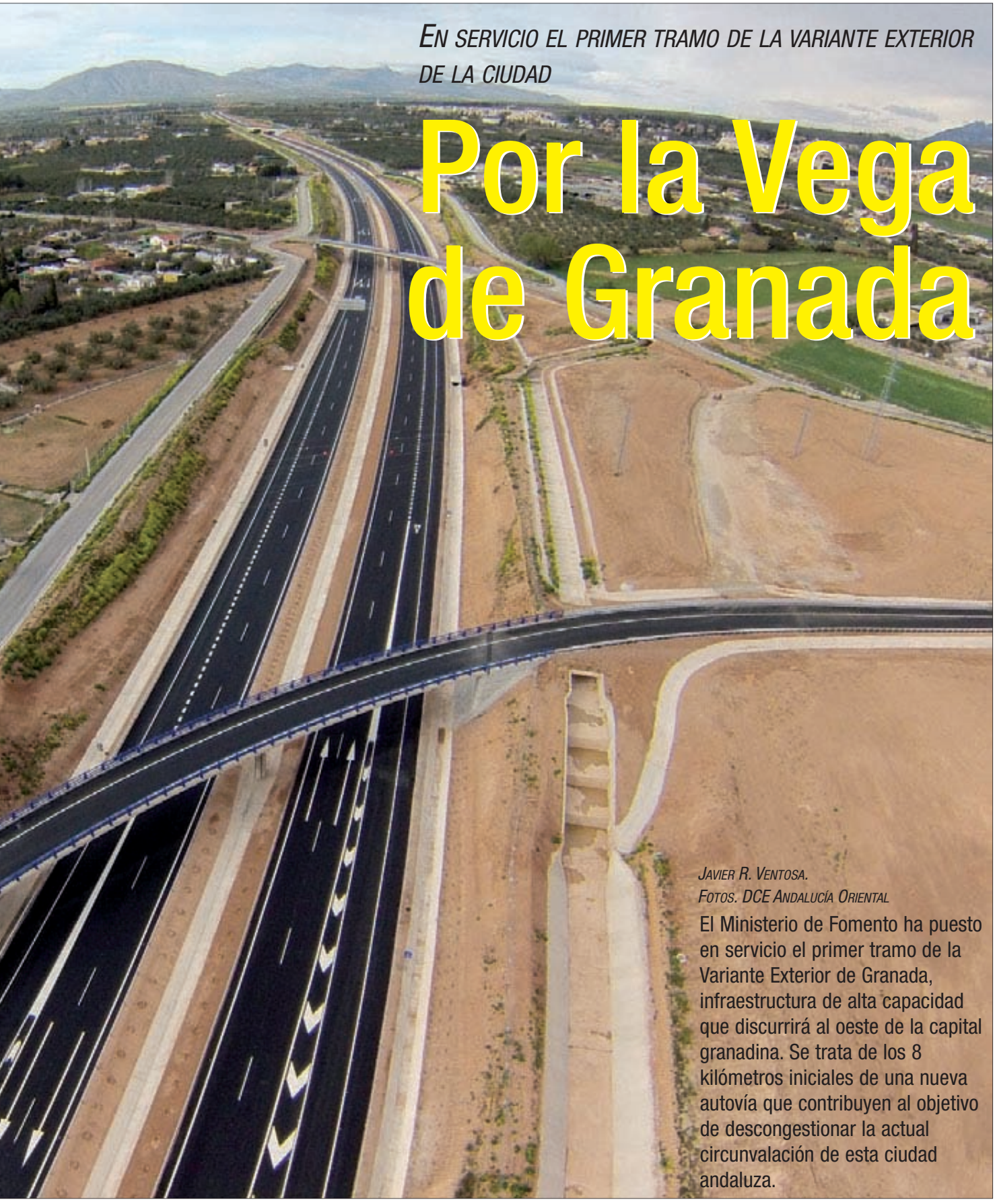
El itinerario puesto en servicio en marzo comprende la parte norte de la variante exterior. Está formado por el primero de los cuatro tramos en que se divide esta infraestructura, Calicasas-Albolote, y por parte del tramo contiguo, Albolote-Santa Fe, hasta su conexión con la carretera N-432. Este nuevo trazado contribuye a mejorar la movilidad en el área metropolitana, especialmente en la zona noroeste, aportando a los automovilistas y transportistas mayor seguridad vial, más comodidad en la conducción y una reducción significativa de los tiempos de desplazamiento. No obstante, la autovía alcanzará su máxima potencialidad cuando entren en servicio los tramos que restan, que son los de mayor longitud.

La apertura del primer segmento norte de la variante exterior ha sido impulsada por el Ministerio de Fomento, que en los últimos ejercicios ha destinado importantes inversiones para el desarrollo de esta infraestructura (36 M€ en 2015, la mayor cantidad destinada a esta vía). Esto ha permitido poner en servicio este año los primeros kilómetros de la autovía y continuar las obras que restan del tramo Albolote-Santa Fe (subtramo entre la N-432 y la A-329) y las del tramo Santa Fe-Las Gabias.

Paso superior de un ramal de enlace con la autovía A-92.

En servicio el primer tramo de la variante exterior de la ciudad

Por la Vega de Granada



Javier R. Ventosa.
Fotos. DCE Andalucía Oriental

El Ministerio de Fomento ha puesto en servicio el primer tramo de la Variante Exterior de Granada, infraestructura de alta capacidad que discurrirá al oeste de la capital granadina. Se trata de los 8 kilómetros iniciales de una nueva autovía que contribuyen al objetivo de descongestionar la actual circunvalación de esta ciudad andaluza.

Presupuesto y características

Para la ejecución de la obra del tramo Calicasas-Albolote, a cargo de la empresa OHL, el Ministerio de Fomento ha destinado una presupuesto de 56,95 M€, cantidad que sumada al coste de la redacción del proyecto, el importe estimado de las expropiaciones y la asistencia técnica para el control y vigilancia de la obra arroja una inversión total de 75,13 M€. El subtramo entre Albolote y la N-432, ejecutado por la unión temporal de empresas Copisa-Construcciones Vera, tiene una inversión en obra de 16,98 M€.

Los 8 kilómetros de nueva autovía presentan una pendiente máxima del 3%, siendo la velocidad de proyecto del tramo de 120 km/h. Ambos tramos comparten características de sección y firme. La sección tipo del tronco de autovía está formada por dos calzadas de 7 metros cada una, arcenes interiores de 1 metro, exteriores de 2,5 metros y bermas de terraplén y de desmonte de 1 metro, siendo la mediana de 10 metros de anchura. El firme, colocado sobre una explanada E-2, incluye un paquete de 40 centímetros de espesor para la categoría de tráfico pesado exigida según el horizonte de apertura de la autovía. El paquete se divide en una subbase de suelocemento y tres capas de mezclas bituminosas en caliente (capa de rodadura de 3 cm de M-10, capa intermedia de 5 cm de D-20 y capa de base de 10 cm de G-25).

A continuación se detallan las principales características de trazado y estructuras de los tramos puestos en servicio.

Calicasas-Albolote

El primer tramo de la nueva variante, de 5,8 km de longitud, comienza a la altura del embalse de Cubillas, donde conecta con la actual circunvalación de Granada (autovía de Sierra Nevada-Costa Tropical A-44), se dirige en dirección sur y finaliza en el enlace con la autovía A-92 (Sevilla-Almería), cerca de Albolote. Se desarrolla por un terreno de relieves suaves a través de una zona de cultivos agrícola de regadío, surcado por numerosas acequias, en la que destaca la presencia de El Chaparral y Albolote como núcleos principales.

El trazado atraviesa inicialmente el corredor situado entre la línea de ferrocarril Moreda-Granada y el Canal

Los tramos de la variante exterior

Tramo	Longitud (km)	Estado
Calicasas-Albolote	5,8	En servicio
Albolote-Santa Fe	5,3	En servicio/En ejecución*
Santa Fe-Las Gabias	8,7	En ejecución
Las Gabias-Alhendín	7,5	Pendiente adjudicación

** En servicio 2,2 km del tramo.*

La variante exterior se inicia en este enlace direccional con la autovía A-44.

El reto de la movilidad metropolitana

Circunvalaciones. *La construcción de circunvalaciones o rondas exteriores es una actuación programada a largo plazo que trata de dar una respuesta eficaz al crecimiento excesivo del tráfico en las ciudades. Su función es la da traspasar el tráfico de largo y medio recorrido desde una infraestructura existente, generalmente integrada ya en la trama urbana y que sirve también a los automovilistas locales, a una nueva vía en el exterior de la ciudad.*

En servicio. *Este tipo de actuación se ha desarrollado en diversas ciudades españolas en los últimos años como forma de mejorar la movilidad en el ámbito metropolitano. En la última década, el Ministerio de Fomento ha promovido varias actuaciones de este tipo, entre ellas la Segunda Circunvalación de Málaga (21 km), la Ronda Exterior de Valladolid (21,6 km), la Ronda Bahía de Santander (12,2 km) o la ampliación del Cuarto Cinturón de Zaragoza, todas en servicio.*

En ejecución. *El Departamento desarrolla actualmente actuaciones similares, aunque de distinta magnitud, en varias ciudades: Circunvalación de Sevilla (77 km), Ronda Norte de Burgos (13 km) y Circunvalación de Pontevedra (11 km), además de la Variante Exterior de Granada (27,3 km), así como ampliaciones de capacidad en las rondas de Valencia y Segovia, entre otras. El Plan de Infraestructuras, Transporte y Vivienda (PITVI) tiene programadas una decena más de actuaciones de este tipo en capitales provinciales.*

de Albolote, desarrollándose junto a los núcleos urbanos de El Chaparral y Cartuja de Chaparral, en un trazado que en sus tres primeros kilómetros discurre en terraplén para cumplir con los requerimientos de la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) relativos a una disminución de la contaminación acústica y una menor ocupación de suelos a su paso por la Vega de Granada.

Hacia la mitad del trazado, la variante, que a partir de esta zona y hasta el final se desarrolla en desmonte, salva mediante un paso inferior el ferrocarril Almería-Granada, continuando al este de la urbanización Cortijo Peret, para dirigirse luego hacia las zonas de El Parrizal, La Joya y El Charcón. En esta última se sitúa el enlace con la autovía A-92, donde entronca con el tramo contiguo de la variante, Albolote-Santa Fe, parcialmente en servicio.

La nueva variante exterior, o segunda circunvalación, tiene como objetivo descargar el tráfico norte-sur de la actual circunvalación de Granada

El trazado incluye dos enlaces, al principio y al final del tramo. El inicial, emplazado en la A-44, es de tipo direccional y su diseño facilita la continuidad desde la citada autovía hasta su nueva variante a través de dos ramales unidireccionales de dos carriles, que permiten los movimientos Bailén-Motril y Motril-Bailén, y que una vez escindidos de la A-44 generan las dos calzadas de la variante. El enlace final con la A-92 permite ejecutar todos los movimientos con origen en la A-92 (Murcia/Almería) y destino hacia la nueva variante de la A-44 (Motril) y viceversa.

En total, en este tramo se han construido 11 estructuras (nueve pasos superiores y dos pasos inferiores), que garantizan la permeabilidad de la nueva autovía al tráfico de caminos y carreteras. Los pasos superiores se han resuelto mediante estructuras de tres tipologías: dos son estructuras mixtas hiperestáticas formadas por un cajón metálico y una losa de hormigón armado, cuatro son estructuras hiperestáticas formadas por tablero ejecutado *in situ* de hormigón postesado de dos o tres vanos, y dos son estructuras isostáticas formadas por tablero de hormigón *in situ* postesado y cimentación directa de un solo vano; además, se ha ampliado una estructura existente en el paso superior sobre la A-92.

Respecto a los dos pasos inferiores, el que cruza bajo la línea férrea Moreda-Granada es una estructura de 114 m de longitud formada por un doble marco cerrado, de 14,75 m de anchura interior y 5,90 m de altura, ejecutado *in situ* y con cimentación directa; para llevar

▶ *Vista del tronco y paso superior cerca de Albolote.*

a cabo su ejecución se desvió el tráfico ferroviario a una variante provisional de 660 m construida *ex profeso*. El segundo paso inferior, bajo la autovía A-92, es una estructura en marco doble cerrado ejecutada mediante cimentación profunda constituida por dos tableros continuos hiperestáticos y postesados *in situ* de 102 m en vanos de 40, 38 y 24 m de longitud empotrados en sendos estribos-pantalla en sus extremos y apoyados en dos líneas de pilas-pilote.

El trazado incluye, además, 18 obras de drenaje transversal y dos pasos de mediana. Como obras complementarias, se ha llevado a cabo el encauzamiento del barranco del Pozo, en las proximidades de Albolote, y la continuidad del camino de servicio de la A-44 desde El Chaparral a lo largo del margen derecho de la calzada a Jaén. Asimismo, a lo largo del tramo se han ejecutado, por las márgenes izquierda y derecha de la nueva autovía, una serie de caminos paralelos que garantizan la continuidad de los caminos existentes que son interceptados por el trazado de la variante exterior Granada.

.\ Albolote-N-432

La segunda parte del recorrido inaugurado tiene una longitud de 2,2 km y se desarrolla entre los enlaces de la autovía A-92 y la carretera de Córdoba (N-432), atravesando el término municipal de Albolote. El trazado se inicia al norte de este núcleo urbano y discurre en dirección suroeste por la vega situada entre Atarfe y Albolote hasta alcanzar la zona de Los Teatinos y el Camino de los Eriales. Desde ahí avanza en dirección a la Vega de Granada y la zona de La Viñuela, interceptando la acequia Gorda, la línea de ferrocarril Boadilla-Granada y la carretera N-432, donde finaliza.

El trazado incluye el enlace Atarfe-Albolote, de tipología de diamante, que conecta con la carretera autonómica GR-3417, dando acceso a las poblaciones de Albolote y Atarfe. El tramo finaliza en la carretera N-432, aproximadamente en el p.k. 8,300, en una glorieta que formará parte del enlace definitivo, el cual dispondrá de un viaducto de 90 m para salvar, además de la N-432, la línea de ferrocarril Bobadilla-Granada, un camino existente y el cauce de la acequia Gorda del Genil. A lo largo de este subtramo se han ejecutado tres pasos superiores, todos ellos consistentes en una estructura hiperestática continua de dos vanos, con luces comprendidas entre los 27 y 42 m.

Los casi cuatro kilómetros aún en ejecución que restan para concluir este segundo tramo de la variante exterior incluyen dos enlaces y un viaducto de 110 metros de longitud sobre el cauce del río Genil, finalizando el trazado en la autovía autonómica A-329 (Santa Fe-Granada) a la altura del núcleo urbano de Santa Fe, donde conecta con el tramo contiguo de la variante, Santa Fe-Las Gabias, actualmente en fase de obras.

.\ Actuaciones ambientales

En el tramo puesto en servicio se han llevado a cabo diversas medidas preventivas y correctoras para minimizar las afecciones de la construcción y explotación de la autovía, en cumplimiento de la Declaración de Impacto Ambiental (DIA). Entre estas medidas, cuyo importe ha sido de 1,72 M€, destacan la revegetación de los taludes de terraplén y desmonte mediante el extendido de 100.762 m^3 de tierra vegetal, 162.000 m^2 de hidrosiembra y plantación de 20.500 plantas; la restauración paisajística; la adecuación de las obras de drenaje como pasos de fauna; la colocación de 5.265 m^2 de pantallas acústicas en varios puntos del trazado, o la protección del yacimiento de una villa romana situada en las inmediaciones de la traza, entre otras. ▮

Autovía de Sierra Nevada

Tramo
Albolote (enlace A-92)
Santa Fe (enlace A-329)
Granada

COPISA
GRUPO

www.grupocopisa.com

Pl. d'Europa, 2-4 Torre Copisa
08902 L'Hospitalet de Llobregat,
Barcelona. España
T. + 34 93 493 01 00
Fax + 34 93 493 01 36

Romero Girón, 4
28036 Madrid. España
T. + 34 91 555 22 07
Fax + 34 91 555 21 87

APIAXXI
diseñando progreso

www.apiaxxi.es

Autovía A-44 de Sierra Nevada
Variante Exterior de Granada

ADIF PONE A PRUEBA TRES IMPORTANTES PROYECTOS DE I+D+I EN LA LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD CÓRDOBA-MÁLAGA

El tren del futuro se hace hoy

▶ *Tren laboratorio Séneca y una de las cabinas de conducción de este tren que ha ensayado los proyectos Ifzone y Tecrail.*

Pepa Martín Mora

Con el objetivo principal de mejorar la calidad global del sistema de alta velocidad español, el Centro de Tecnologías Ferroviarias de Málaga, dependiente de Adif, ha puesto en marcha los ensayos de tres de sus proyectos de innovación tecnológica en la línea que une las ciudades de Córdoba y Málaga: se trata de Ifzone, Tecrail y Arid Lap.

Concebido como un espacio de innovación abierto y multidisciplinar destinado a desarrollar proyectos de I+D+i, el centro de investigación malagueño sitúa una vez más a la entidad pública empresarial dependiente de Fomento como un referente mundial en el sector de la tecnología ferroviaria.

.\ Ifzone

Se trata de un proyecto de investigación público-privado que cuenta con un presupuesto de 2,2 millones de euros. Integrado en el Plan Nacional de I+D+i, cuenta con subvención del Programa 2008 de Transporte e Infraestructuras del Ministerio de Fomento. En él participan, además de Adif, Trainelec (grupo CAF), el Instituto de Magnetismo Aplicado (IMA) de la Universidad Complutense de Madrid, la Universidad de Alcalá de Henares, y las empresas Electrans, Ziv y Sener Ingeniería y Sistemas.

Uno de sus grandes objetivos es reducir al mínimo el impacto de zonas neutras que existen en el sistema de electrificación ferroviaria, mejorando la fiabilidad de los sistemas de tracción de los trenes y de la catenaria. El sistema ya se ha probado a bordo del tren laboratorio de Adif denominado Séneca y, una vez desarrollado y puesto en marcha, incrementará la operatividad de la explotación, mejorará los tiempos de viaje y disminuirá posibles riesgos de averías en los trenes y en las catenarias.

El proceso de alimentación eléctrica de las líneas de alta velocidad se realiza habitualmente mediante corriente alterna monofásica. Las subestaciones eléctricas suministran esta corriente que llega al tren por la catenaria a través del pantógrafo, y vuelve a la subestación a través de los carriles de la vía férrea.

En la zona neutra el tren en circulación entra en contacto con una catenaria sin tensión eléctrica en la que avanza por inercia mecánica, y cuando finaliza vuelve a entrar en una zona con tensión eléctrica, una operación para la que precisa de la conexión y desconexión de interruptores de tracción.

M. Serrano

Interior de uno de los coches laboratorio del tren Séneca.

Para mejorar este proceso se ha instalado un conmutador en la zona neutra de la subestación eléctrica sevillana de la Roda de Andalucía. Los ensayos se han realizado durante circulaciones a fin de desarrollar un sistema de conmutación estático altamente fiable que facilite al tren la transición entre fases eléctricas sin que la máquina tenga que realizar la apertura del interruptor de tracción.

Los ensayos de uno de los proyectos se han realizado con un dron capaz de captar anomalías en la catenaria o fisuras en las estructuras

Para ello se ha diseñado una serie de pedales electromagnéticos que detectan la posición del tren y que permiten su paso por estas zonas en un mínimo espacio de tiempo, lo suficientemente corto como para que el tren no detecte una falta de tensión en la catenaria y no se produzca, por lo tanto, una pérdida de tracción. La pérdida de velocidad del tren al paso por la zona neutra es de aproximadamente 9 kilómetros por hora, transcurriendo un tiempo total sin tracción de unos 22 segundos y 1.600 metros de recorrido.

Por otro lado, también se ha ensayado la implantación de un sistema denominado SPZN (Sistema de Protección de Zona Neutra), que de forma independiente tiene como objetivo reducir las afecciones que se producen cuando el tren entra en la zona neutra. Se han desarrollado para ello novedosos sensores y se ha definido la integración de este nuevo sistema con las subestaciones eléctricas de tracción.

.\ Tecrail

Financiado por el programa INNPACTO del Ministerio de Economía y Competitividad, con una subvención de 2,1 millones del total de 2,7 millones de euros de presupuesto, y liderado por Alcatel-Lucent en colaboración con Adif, AT4 Wireless, Metro de Madrid y las Universidades Politécnicas de Madrid, Málaga y A Coruña, el proyecto Tecrail se plantea como una alternativa futura a la actual tecnología GSM-R, aunque haciendo uso de gran parte de su infraestructura.

Para ello estudia la adaptación del sistema de telecomunicaciones Long Term Evolution (LTE) a la señalización ferroviaria, a la conducción automática de trenes y a las comunicaciones tren-tierra, además de la comunicación móvil de los usuarios que viajen en el tren.

Los ensayos se han realizado entre los meses de octubre y noviembre de 2014 en un entorno real, en vía y

Adif

▶ *Dron tipo RPAS que ha llevado a cabo los ensayos del proyecto Arid Lap.*

Adif, un referente en la investigación

Los tres proyectos ensayados por Adif son claros exponentes de las iniciativas tecnológicas de investigación y desarrollo que el Administrador de Infraestructuras Ferroviarias y las empresas asociadas desarrollan en el Centro de Tecnología Ferroviaria de Málaga, y que colocan a esta entidad como un referente en esta materia.

Operaciones, Sostenibilidad y Mercancías son las tres líneas especializadas de investigación de los proyectos que Adif lleva a cabo en el centro malagueño, todos ellos orientados a la mejora de las prestaciones y la eficiencia del sistema ferroviario y con cuatro objetivos estratégicos: incremento de prestaciones del sistema ferroviario, mejora de RAMS, mejora de la eficiencia energética y desarrollo del ferrocarril del futuro.

En definitiva, estos proyectos se abordan con la expectativa de incorporar nuevas técnicas y tecnologías que hagan del ferrocarril español un sistema de transporte más seguro, eficiente, sostenible, fiable y situado en la vanguardia tecnológica.

El modelo escogido por Adif para poner en marcha su maquinaria innovadora es el Innovation for business, que conduce desde la generación de la idea hasta el entorno de las inversiones mediante la transferencia de tecnología, una visión apoyada en una gestión de la I+D+i muy atenta a la transferencia interna y externa de los resultados obtenidos en el proceso innovador.

Adif promueve asimismo una gran actividad cooperativa a nivel internacional y, fruto de ella, la tecnología ferroviaria española tiene una importante presencia en numerosos países. Productos desarrollados por empresas españolas con el patrocinio o la colaboración de Adif se han convertido en una fuente de ingresos adicional y han puesto la tecnología española a la altura de las más vanguardistas en el mundo, como es el caso del sistema de control de tráfico Da Vinci.

Por otro lado, la protección de la tecnología es otro de los pilares fundamentales del esfuerzo investigador de Adif, titular de una cartera de patentes y de las marcas asociadas a los distintos productos y servicios que gestiona.

equipamiento embarcado en trenes, en este caso en las inmediaciones de la estación de Antequera-Santa Ana, en Málaga, entre los puntos kilométricos 92 y 104, con el objetivo de demostrar la aplicación práctica de las conclusiones.

Con este fin se ha desplegado una pequeña red LTE utilizando un emplazamiento actual de GSM-R y realizando diferentes circulaciones con el tren laboratorio Séneca, que se ha desplazado por el tramo de cobertura de la red a velocidades comprendidas entre los 100 y los 300 kilómetros por hora.

En el entorno ferroviario real, Tecrail optimizaría la gestión de la calidad de servicio al permitir mejoras en el soporte de aplicaciones avanzadas para la gestión y el control de las operaciones y en la conducción automática. También permitiría desarrollar modelos de transmisión más eficientes para el despliegue en túneles.

En cuanto a la ventaja competitiva del sistema LTE sobre otras tecnologías móviles, supone una mejora significativa de las comunicaciones, ya que permite un tráfico de datos de calidad óptima y una mejor integración con otros servicios multimedia: mayor velocidad para aplicaciones móviles en las descargas desde Internet, mayor calidad en la resolución de los vídeos, uso de varias aplicaciones móviles simultáneamente, y un tiempo de respuesta más rápido que se traduce en una mejora de la interactividad.

M. Serrano

Adif

▶ *Interior del coche de equipos auxiliares del tren laboratorio y una zona neutra sin tensión eléctrica.*

Sin duda alguna, el aumento en los volúmenes de datos tras la expansión de los dispositivos móviles de tercera generación y los *smartphones* justifica la aplicación de este nuevo sistema, por la necesidad de desarrollar nuevos modos que mejoren la capacidad de las redes y sus costes operativos.

.\ Arid Lap

El tercer proyecto que Adif ha ensayado en esta línea de alta velocidad, Arid Lap, financiado por el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial del Ministerio de Economía y Competitividad, está orientado a minimizar los efectos originados por climatologías extremas sobre la infraestructura ferroviaria localizada en zonas áridas, especialmente por el impacto producido por la arena, tanto eólica como en suspensión, y por las altas temperaturas.

Está considerado como estratégico ya que tiene una aplicación directa en la construcción, en el mantenimiento y en la explotación de nuevas infraestructuras ferroviarias de altas prestaciones en países sometidos a climas de carácter árido, como es el proyecto Haramain, conocido también como el Ave del desierto. Junto a Adif e Ineco también participan los departamentos de investigación de las empresas Abengoa, OHL, Deimos, Win Inertia y Nervados.

Los ensayos han estado orientados a la inspección de la infraestructura ferroviaria, y para ello se ha utilizado un vehículo aéreo no tripulado, un dron, en este caso un helicóptero teledirigido del tipo RPAS equipado con dos cámaras de alta precisión, y de una tercera más, térmica de espectro infrarrojo, para obtener con más detalle el escaneado de los elementos, con un patrón del terreno y ortofotos, que son imágenes con la referencia geográfica.

Es, por lo tanto, una herramienta de inspección visual, automática, con una visión efectiva por la altura a la que sobrevuela el terreno frente a las inspecciones convencionales que se realizan de forma manual con los operarios a pie de vía. Es capaz de captar las dimensiones mínimas de piedras, rocas y matorrales, pero también anomalías en las catenarias y fisuras en las estructuras, agua y deslizamientos de los taludes gracias a la cámara de infrarrojos.

El Centro Avanzado de Tecnologías Aeroespaciales (CATEC), con sede en Sevilla, se ha encargado de la gestión y pilotaje del aparato. Para ello cuenta con un equipo móvil para controlar todos los parámetros del vehículo.

Las pruebas se han realizado en una zona de aproximadamente 2.200 metros de longitud, en Córdoba, en el entorno del viaducto del río Cabra, en la zona de Santaella, entre los kilómetros 43,3 y 45,4, sin que hubiera necesidad de interrumpir el tráfico. Así, ha sido posible analizar la compatibilidad de este tipo de vuelos en una línea ferroviaria, detectar elementos en la plataforma, como rocas o arena, o inspeccionar taludes y o estructuras, especialmente en zonas de difícil acceso. ▮

Centro de publicaciones

Librería de publicaciones oficiales

www.fomento.gob.es

La conexión de las redes de Alta Velocidad (HSR) de los estados de California, Nevada y Arizona y las antiguas rutas españolas ("Anza & old spanish trails")

Viejos caminos que inspiran los nuevos

Luis Fort López-Tello y Carmen Fort Santa-María (Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos)

La funcionalidad y vigencia de dos de las históricas rutas abiertas en el s. XVIII por los españoles Juan Francisco Anza (Anza Trail) y Fray Francisco Garcés (Old Spanish National Historic Trail) se pone hoy de manifiesto, más de tres siglos después, al constituirse en referentes de los nuevos trazados de la red de alta velocidad en el estado de California y sus conexiones por el sur a la red estatal en los vecinos estados de Nevada y Arizona.

Vista panorámica del Gran Cañón del Colorado, en Arizona.

El Proyecto FARWEST constituye un desarrollo de la CHSRS (California High Speed Railway System), que cumple los objetivos, tanto estatales de la CHSRA (California High Speed Railway Authority) como federales de la USHSRA (United States High Speed Railway Association), compatibilizándolos con una explotación rentable que permite la construcción de la totalidad de la red californiana de alta velocidad ferroviaria en un plazo de 17 años, integrando funcionalmente la red del Estado de California en la federal de Estados Unidos.

Para ello, el Proyecto Farwest propone unas modificaciones de trazado y de emplazamiento de las estaciones en las ciudades, respecto a las que parecen deducirse de los inicialmente previstos por la CHSRA, que incluyen la comunicación directa entre la ciudad de San Francisco y la capital del Estado de California, Sacramento, cruzando la bahía de San Francisco y la directa del Central Valley desde la gran terminal central de la red de California, Fresno (p.k. 0) con el centro de la ciudad de Los Angeles y la de esta ciudad con la de San Diego por la costa, sustituyendo la circunvalación ferroviaria de la aglomeración urbana de Los Ángeles a través de "Inland Empire", por el ramal Anaheim-Riverside, que da acceso a esa región y permite a esta última estación ser cabecera de la futura "Desert Express" a Las Vegas, línea interestatal prevista en el plan de etapas de la USHSRS.

El plano 1 esquematiza el trazado de la red de alta velocidad ferroviaria de California, según el Proyecto Farwest, con una longitud de 1.288 km (800 mi), que comunica desde Sacramento al norte hasta San Diego al sur, dejando previstas las conexiones con las redes de alta velocidad de los estados vecinos, Nevada y Arizona, pero sin incluirlas, puesto que requieren la construcción de líneas interestatales que son el objeto del presente artículo.

North Connection

Se realiza la conexión Norte California-Nevada mediante la "Tahoe Line" que arrancando de la Terminal de Sacramento Roseville, comunica la capital del Estado de California con la ciudad de Reno en Nevada y con la capital del Estado de Nevada, Carson City, mediante un ramal de 45 km/28 mi. De la estación de Reno partirá la línea Reno-Salt Lake City, que extenderá la conexión de alta velocidad ferroviaria con el Estado de Utah.

Esta línea, de 205 km de longitud (160 km a Reno y 45 km del ramal a Carson City), se desarrolla, como se detalla en la Tabla 1, con 130 km en California y 75 km en Nevada.

Se proyectan 4 PAETs/TSAPs, localizados aproximadamente en pK 23 (Auburn), p.k. 62 (Tahoe West), p.k. 114 (Tahoe East) y p.k. 186 (Virginia City), los tres primeros en California y el cuarto en Nevada, además de los situados en la HSR Station de Reno y en la Terminal HSR de Carson.

Se prediseña esta línea con cinco túneles (dos grandes túneles de 12,5 km y otro de 3,5 km en California y dos más de 15,5 km y 16 km en Nevada) y treinta y tres grandes estructuras de paso. Se considera necesaria la construcción de explanada para trenes VAL, como mínimo entre los p.k. 62 (PAET Tahoe West) y 160 (Estación de Reno).

South Connection

Analizadas las posibilidades, se considera como solución más económica y de mayor funcionalidad aquella cuyo trazado utiliza parcialmente como soporte el de dos "US National Historic Trails": los abiertos en el siglo XVIII por los españoles Juan Bautista de Anza ("Anza Trail", que va en Estados Unidos desde Tubac en Arizona a San Francisco en California) y Fray Francisco Garcés y otros (parte sur del "Old Spanish National Historic Trail", que va de Santa Fe en Nuevo México a Los Ángeles en California, como alternativa del camino de Anza)

Los restos de Juan Bautista de Anza reposan en la iglesia de Nuestra Señora de la Asunción de Arizpe (Sonora) en un sepulcro de mármol con dos placas de bronce. Una de las placas es de agradecimiento de la ciudad de San Francisco, en recuerdo de su fundación por Juan Bautista de Anza. La otra es un recuerdo de su vida y en ella se lee *"(...) el capitán de Anza dedicó su vida a la pacificación y al desarrollo de los territorios fronterizos del noroeste (...) a través del hasta entonces intransitable desierto, y de este modo llegó a ser el primero que arribó por tierra a la costa pacífica de Alta California (...) para fundar una colonia cerca de la bahía de San Francisco (...) De aquella población pequeña ha crecido la gran ciudad de San Francisco de California"*.

El Camino Real de las Misiones de Alta California coincide en parte con el Camino de Juan Bautista de Anza (Los Ángeles-San Francisco). En el "National Statuary Hall", en el edificio del Capitolio del Congreso en Washington, se encuentran dos misioneros españoles que recorrieron estos caminos y que representan a los estados de California, Fray Junípero Serra, y de Arizona, Padre Eusebio Francisco Kino, elegidos por unanimidad en cada uno de esos estados como personas que más han contribuido a la formación de la Historia de Estados Unidos.

El Camino de Anza pasa por las misiones españolas de Alta California, además de la Misión de San Javier del Bac en Arizona, y también por seis presidios españoles, el de Tucson y el de San Ignacio en Tubac, y los de Alta California en San Diego, Santa Bárbara, Monterrey y San Francisco. El emplazamiento de las misiones de la Purísima Concepción y de San Pedro y San Pablo de Bicumer, establecidas en los poblados del paso del río Colorado, en el actual Imperial County, están calificadas en California como "State Historical Landmarks". En la ciudad de Los Ángeles se conmemora todos los años la fundación de la ciudad recorriendo parte del camino que hizo Anza a su paso por la Misión de San Gabriel y a partir del cual pocos años después se consideró fundada la ciudad.

El río Colorado a su paso por el Gran Cañón.

Tabla 1	HSLs PROYECTO CANEVAR						
	HSL "TAHOE LINE"	HSL "DESERT EXPRESS"	HSL "RIVERSIDE-PHOENIX"	HSL "MOUNTAINS LINE"	HSL "APACHE LINE"	Σ HSLCANEVAR CONNECTION Norte	Sur
(Mi/Km) Longitud total	127,5/205	204/328	426/685	270/435	115/185	127,5/205	606/975
(Km) Total Longitud Túneles	60,0	136,0	159,5	92,5	6,5	60,0	394,5
Número de TSAP/PAETs	4	5	10	3	4	4	22
Número de Túneles	5	9	13	4	1	5	15
Número de grandes Túneles	4	8	12	4	1	4	13
(Km)Longitud de grandes túneles	16-11,5-16-30-21,5-23-10,5-6,5	33,5-25-16,5-12-11,5-16-11,5-16-30-21,5-23-10,5	33,5-25-23,5-10,5	6,5	16-11,5-12,5-12,5	33,5-25-16,5-12-11,5-16-11,5-16-30-21,5-23-10,5-6,5	
Estructuras	33	49	78	24	27	33	178
Cruces de autopista	4	9	12	7	4	4	32
Cruces de autovía	4	7	12	2	3	4	24
Otros cruces de carreteras	7	19	27	11	6	7	63
Cruces de ferrocarril	9	4	4	1	1	9	10
Puentes sobre cursos de agua	9	10	23	3	13	9	49
($/km) Coste Unitario	25,64	23,49	23,20	23,91	12,67	25,64	21,53
(M$) Coste de línea (parte proporcional imputable-p.p.imputable)	5.256	4.510	8.306	5.834	2.345	5.256	20.995
(M$) Coste estaciones	218	109	91	167	91	218	458
(M$)Coste total imputable	5.474	4.619	8.397	6.001	2.436	5.474	21.453
(Km/h) Velocidad comercial	277	293	300	306	313	277	302
Tiempos de viaje	0h44m	1h05m	2h17m	1h29m	0h 35m	0h44m	3h17m
(Millions/year) Viajeros	4,1	8,7	8,2	8,2	10,7	4,1	35,9
(nb,p) TAV trenes	3(400)	3(400)	9(5*400+4*600)	6(2*400+4*600)	4(600)	3(400)	19(7*400+12*600)
(nb,p) VAL trenes	3(400)	3(400)	9(5*400+4*600)	6(2*400+4*600)	1(600)	3(400)	16(7*400+9*600)
(Km,%) VAL Plataforma	134(65,36)	45(13,72%)	210(30,65%)	165(37,93%)	0,0	134(65,36)	286(29,33%)

Por el Viejo Camino Español, Armijo, en 1829 llegó a San Gabriel en Los Ángeles al mismo punto que en 1776 había llegado Juan Bautista de Anza y Garcés, aunque evitando pasar por las zonas más difíciles de los desiertos de Mojave y del Valle de la Muerte.

Línea HSRL Riverside-Phoenix-Tucson

La Conexión en Alta Velocidad California-Nevada-Arizona se propone hacerla en la Alternativa ANZA & OLD SPANISH TRAIL, desde la estación de Riverside (Inland Empire, California) hasta la estación Terminal de Tucson (Arizona), con posible acceso a/desde Las Vegas (Nevada). En un primer trayecto: Riverside-Límite Estados California-Nevada, el trazado se apoya principalmente en los recorridos de Fray Francisco Garcés por el "Old Spanish Historic Trail", al igual que en la parte final del tercer tramo Phoenix-Tucson, al atravesar la Tucson Range. En este tercer trayecto, el trazado sigue el "Juan Bautista de Anza, National Historic Trail", por la Pimería en Arizona, Pima y Pinal Counties, hasta pasadas las Ruinas de Casa Grande.

El segundo trayecto conecta, sentido California, desde las proximidades de Apache Junction, a través de Maricopa, Yavapai y Mojave Counties en Arizona, con el Límite Estados California-Nevada en Mesquite Valley, pasando por Clark County en Nevada, donde se proyecta el enlace ferroviario de esta línea HSRL Riverside-Phoenix-Tucson, con la ciudad de Las Vegas.

Línea HSRL Riverside-Las Vegas ("Desert Express")

Tiene una longitud de 328 km (204 mi), con 272 km (169 mi) en California y 56 km (35 mi) en Nevada. Comienza a la salida de la estación de Riverside y en su trazado se proyectan ocho túneles en la parte californiana (el TU 1 y el TU 3, dos grandes túneles de 16 km y 11,5 km y el TU 2 de 1 km, para atravesar el National Forest de San Bernardino) y los también grandes túneles TU 4 (16 km), antes del PAET de Victorville y el TU 5 (30 km), antes del PAET de Barstow y los TU 6 (21,5 km), TU 7 (23 km) y TU 8 (10,5 km) entre los PAETs de Barstow y de Mojave. En Nevada (TU 4V, de 6,5 km), en las estribaciones de Spring Mountains, en el ramal de acceso a Las Vegas, al salir del PAET Mesquite.

Se considera necesaria la implantación de cinco PAETs, todos de 2,3 km de longitud, situados aproximadamen-

te en los p.k. 30 (San Bernardino), p.k. 75 (Victorville), p.k. 116 (estación de Barstow), p.k. 208 (Mojave), con acceso a/de la Hwy 15 por la "primary road 127", y p.k. 270 (Mesquite), además de la gran estación terminal de Las Vegas, situada al sur del aeropuerto McCarran International (elevación 665 m), con carreteras a Henderson y a North Las Vegas. Se proyectan entre otras de menor rango, cincuenta estructuras de paso (diez sobre ríos, cinco sobre ferrocarril, veinte sobre carreteras y quince sobre autopistas y autovías).

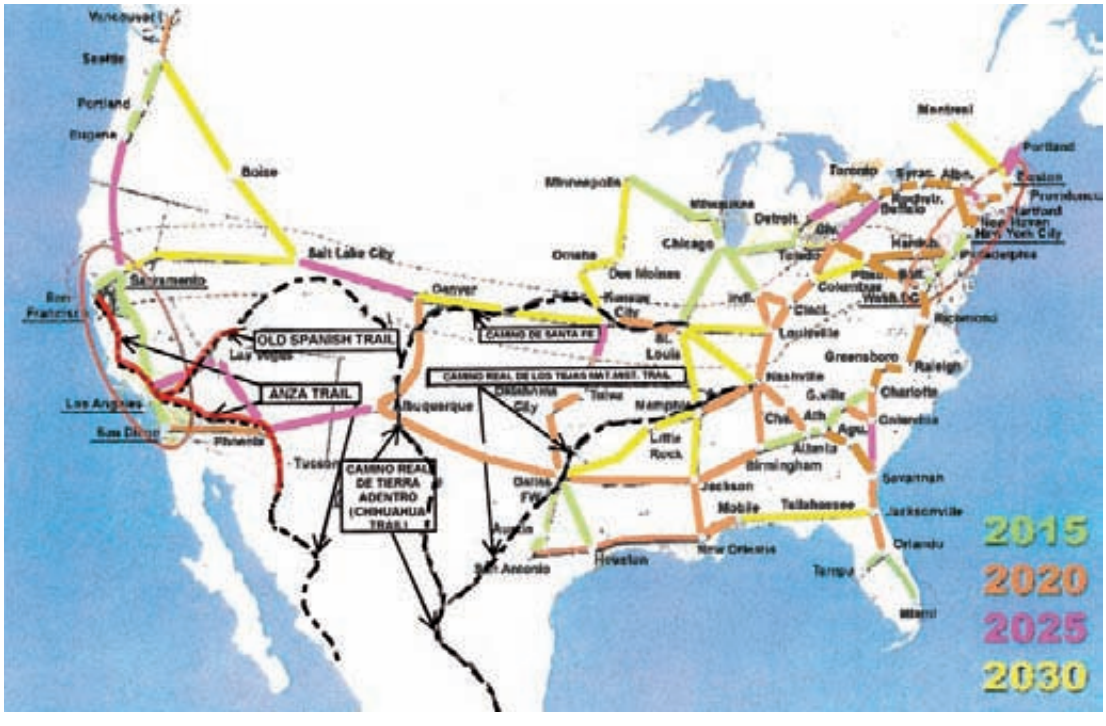
Línea HSRL Las Vegas-Phoenix ("Mountains Line")

Esta línea tiene una longitud de 415 km (258 mi), de la cual 125 km (78 mi) en Nevada y 290 km (180 mi) en Arizona, situado el límite fronterizo al atravesar el Colorado River en Fort Mojave.

Más del 20% del trazado se desarrolla en túnel, proyectándose cuatro grandes túneles: uno de 16,5 km (TU5VP) en Nevada para atravesar "McCullough Range" y tres en Arizona, de 33,5 km (TU 6P) en Hualapai Mountains, de 25 km (TU 7P) en "McCracken Mountains" y de 10,5 km (TU8 P) en "Date Creek Mountains".

Para la explotación de esta línea con un adecuado grado de seguridad, teniendo en cuenta la inevitable presencia de túneles de gran longitud, se considera necesario el establecimiento de plataforma para trenes auxiliares VAL entre la estación de Las Vegas y el PAET

Fases del plan de alta velocidad (en color)/ Caminos históricos españoles (negro)



En el plano superior (1), en negro, esquema del proyecto Farwest para la construcción de la red de alta velocidad en California y, en rojo, las conexiones a la red estatal por Nevada y Arizona. A la izqda., fases previstas para el desarrollo de la red estatal de alta velocidad y, en negro, la red de caminos históricos españoles.

▶ *Vista general de la ciudad de Las Vegas, en Nevada. Abajo, Misión de San Xavier del Bac, en Arizona.*

de Piute (p.k. 45) y entre los PAETs de Yucca (p.k. 170) y de Wickenburg (p.k. 340), es decir en 215 km (más del 50% de la línea).

La estación de Phoenix se sitúa al Norte de la ciudad de Phoenix, junto al Phoenix-Deer Valley Municipal Airport (elevación 450 m). Es origen del ramal a Tucson y de la futura prolongación a Alburquerque en la tercera etapa del desarrollo previsto de la USHSR Network Phasing Plan. Se proyectan más de cincuenta estructuras importantes de cruce, de las cuales doce pasos sobre cauces fluviales, seis de ellos, "multi suspension bridges" de 800 m de luz principal, sobre Colorado River y Burro Creek; un arco de tablero intermedio de 200 m de luz en Date Creek y puentes múltiples de tramo recto para atravesar los cauces y canales procedentes de Lake Pleasant, Gila River, etc. Un paso sobre el FC de Barstow a Salt Lake City, otro paso sobre el FC de Phoenix a Barstow, con el que se conecta en el PAET de Wickenburg, un paso sobre el Historic Trail Road 66, base para el trazado del FC a Barstow y la Hwy 40, veinticinco sobre autopistas (Hwy) y autovías (Fwy) y once sobre otras carreteras estatales y locales.

Línea HSRL Phoenix-Tucson ("Apache Line")

Esta línea de acceso a Tucson tiene 192 km (119 mi) de longitud, discurre totalmente en Arizona. Para su explotación se diseñan cuatro PAETs: Apache (p.k. 40), Magma (p.k. 80) Picacho (p.k. 125) y Rillido (p.k. 163). Su trazado se inspira en el del "Anza Trail", como se ha indicado anteriormente.

La estación de Phoenix, situada al norte de la ciudad tiene acceso también siguiendo la autopista de circunvalación 101 a los aeropuertos municipales de Glendale (Oeste) y de Scottsdale (Este) y por ésta y la 17 al

▶ *La ciudad de Reno, en Nevada.*

aeropuerto internacional "Phoenix Sky Harbor" (elevación 346 m) de Tempe, en el sur.

La estación de Tucson se sitúa al suroeste de la ciudad, en South Tucson, conectada al aeropuerto internacional de Tucson (elevación 806 m), en Pima County.

Se proyectan treinta estructuras importantes de cruce, algunas singulares a dos niveles, como las que sirven de soporte parcialmente al PAET de Picacho, en el que se establece la conexión con el FC Tucson-Yuma (por Maricopa)-Los Ángeles y al PAET de Magma, en el que se establece conexión con el FC Tucson-Phoenix-Yuma-Los Ángeles. El cruce de varios brazos del "Gila River" entre La Palma y el PAET de Picacho, se resuelve con la sucesión de cuatro puentes colgantes múltiples de 800 m de luz central. La práctica superposición del FC de Tucson a Phoenix con esta línea de alta velocidad entre Coolidge y el PAET de Magma, obliga al diseño de varias estructuras de doble altura tipo "pérgola", igualmente singulares, además de otros pasos superiores para el cruce de autopistas y autovías (Hwy y multilane roads 87,10,79), otras carreteras estatales y locales: accesos a Fort McDowel, Scottsdale, Apache Junction, Florence Military Reservation, Florence Ironwood Forest, Marana, Picture Rocks, Arizona-Sonora Desert Museum, Tucson Estates, etc.; paso de cauces fluviales procedentes de "Picacho Mountains" y "Tortolita Mountains" y desagües de presas (Saguaro Lake, Stewart Mountain, Mormon Flat y Horse Mesa Dams en "Superstition Mountains") y otros menores.

Anza & Old Spanish Trails CANEVAR HSRS South Connection

La conexión de alta velocidad ferroviaria que se propone en esta alternativa difiere de la prevista por la US-HSRA en que se realiza agrupando en una sola conexión, desde Riverside, las de San Diego a Phoenix y de Los Ángeles a Las Vegas.

La línea HSRL Riverside (CA)-Phoenix (AZ), está formada por los trayectos Riverside-PAET Mesquite (272 km/169 mi), parte californiana común a la línea HSRL Riverside-Las Vegas ("Desert Express"), y PAET Piute (NV)-Phoenix (AZ), (370 km/230 mi, de los cuales 80 km/50mi en Nevada y 290 km/180 mi en Arizona) de la línea HSRL Las Vegas ("Mountains Line"), con un tramo de enlace y continuidad entre los PAETs de Mesquite y de Piute, en Nevada de 43 km/27 mi de longitud, con dos túneles en su trazado (TU 4P) de 12 km y (TU 5P) de 11,5 km, el primero para pasar bajo la autopista Hwy 15 y el FC de Barstow a Las Vegas en las estribaciones de McCullog Range y el segundo para atravesar McCullough Mountain.

El resumen de todo lo anterior, con una estimación de su coste se encuentra en la Tabla 1. ▮

Para saber más:

- ✔ *Fort, L (2004) "Safety in High Speed Railway Tunnels" ISBN 84-89456-23-2, 2 nd Edition. (Presented in Praga). Cersa. Madrid. España.*
- ✔ *Laorden, L (2009) "Caminantes y Caminos en la frontera del Oeste norteamericano español, 1529-1821" Conferencia en el Colegio de ICCP. Valladolid, España.*
- ✔ *Fort, L & Fort, C (2011) "Earth Moving Geoenvironmental workability in California" Geocongress 2012 Oakland, California, USA.*
- ✔ *Fort, L & Fort, C (2011) "Soil reinforcement vegetation effect. Analysis applied to the earth moving volume of the California High Speed Railway System" International Symposium on Ground Improvement IS-GI 2012 Brussels, Belgium.*
- ✔ *Tadaki, Kawada (2011) "History of the modern Suspension Bridges" ASCE press Ed. By Richard Scott, Reston, Virginia USA.*
- ✔ *Diaz del Rio, M; Fort, L & Fort, C (2011) Preliminary design HSL Fresno-San Francisco "Golden Gate Alternative" Ref. 146304 Colegio ICCP Madrid, España.*
- ✔ *Diaz del Rio, M; Fort, L & Fort, C (2012-2014) "High Speed Railway in California (USA)" Revista Ingeniería Civil 167/2012-169/2013-170/2013-172/2013-173/2014 CEDEX Ministerio de Fomento Madrid, España.*
- ✔ *Fort, C (2014) "Caracterización de los parámetros de resistencia al corte y erosionabilidad del suelo para su aplicación en los problemas de estabilidad de taludes en obras lineales" Tesis doctoral ETSICCP (UPM) Madrid, España.*

Revista del Ministerio de

Fomento

VIADUCTOS SINGULARES DEL SIGLO XXI

(CARRETERAS)

MONOGRÁFICO
Julio-Agosto 2013

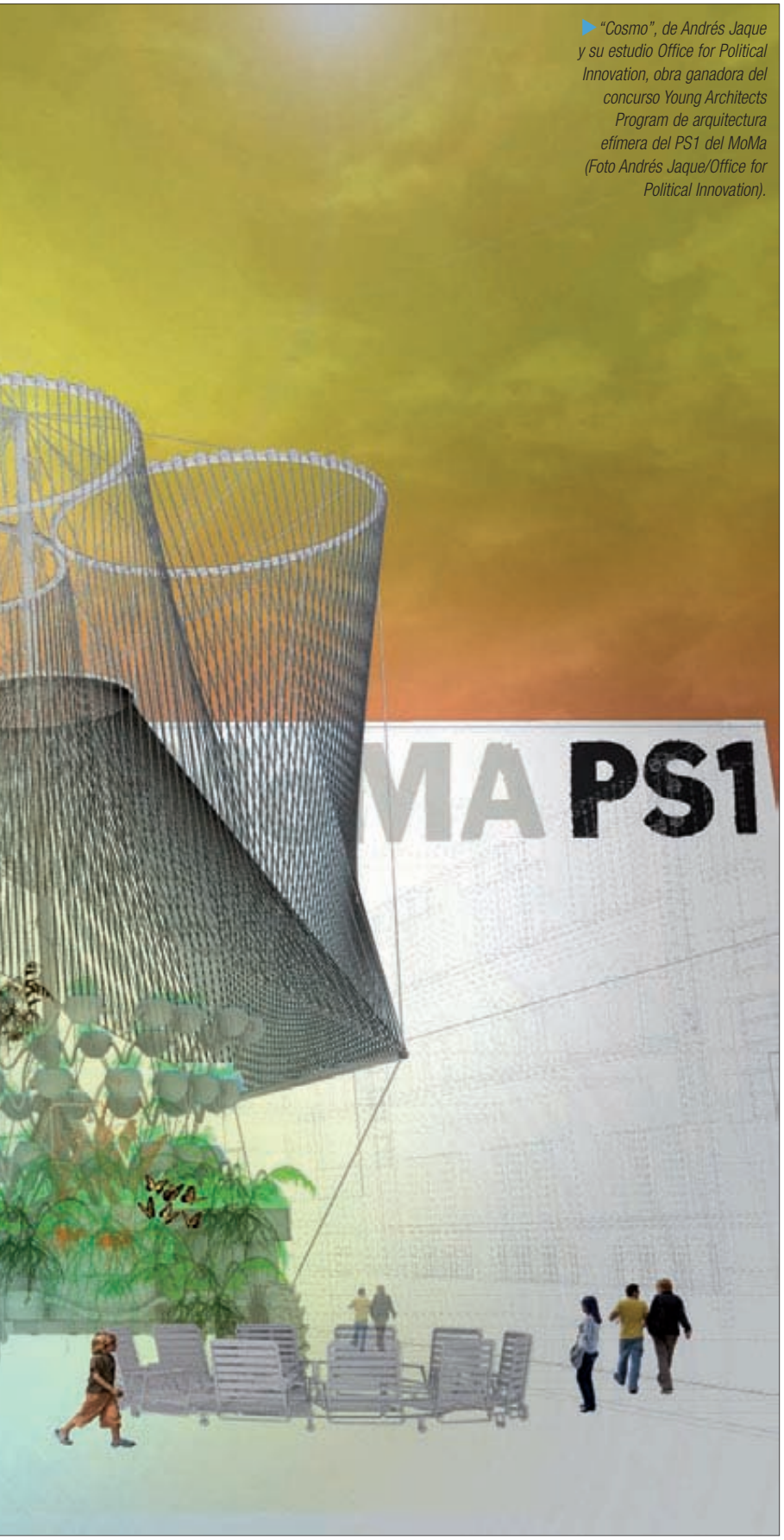
PVP: 3 €

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

SOLICITE SU EJEMPLAR EN TELF. : 91 597 53 85 / 53 91
Por fax: 91 597 85 84 (24 horas)
Por correo electrónico: cpublic@fomento.es

La exposición "Export" en el Museo ICO: una reflexión sobre la proyección de la arquitectura española actual en el exterior

DE PUERTAS AFUERA



"Cosmo", de Andrés Jaque y su estudio Office for Political Innovation, obra ganadora del concurso Young Architects Program de arquitectura efímera del PS1 del MoMa (Foto Andrés Jaque/Office for Political Innovation).

Mariano Serrano

Los 12 años transcurridos entre la finalización de la terminal marítima de Yokohama (Alejandro Zaera y Farshid Moussavi, 2002) y la terminación del proyecto de renovación y creación de nuevos espacios del Rijksmuseum de Ámsterdam (Antonio Cruz y Antonio Ortiz, 2014) sirven de marco temporal a una exposición que no se limita a un catálogo de arquitectos y obras, sino que procura desvelar los entramados globales en los que se mueve la nueva arquitectura española en el extranjero.

Que la arquitectura española contemporánea tiene proyección y reconocimiento internacional lo demuestran algunos datos muy recientes: El edificio de la Filarmónica de Szczecin (Polonia), obra de Alberto Veiga y del italiano Fabrizio Barozzi, está entre las cinco obras finalistas al premio de la Fundación Mies van der Rohe a la mejor arquitectura europea contemporánea 2015, premio cuyo ganador se conocerá este mes de mayo. Entre los seis finalistas del concurso para la sede del Museo Guggenheim de Helsinki –al que se presentaron 1.715 proyectos y que se fallará en junio– se encuentran dos estudios con participación española: el estudio SMAR, dirigido por Fernando Jerez y Belén Pérez de Juan, con sedes en Madrid y Crawley (Australia), y Fake Industries Architectural Agonism, fundado por Urtzi Grau y Cristina Goberna, con sede en Nueva York. En febrero, también en la capital finlandesa, Fuensanta Nieto y Enrique Sobejano recibieron la Medalla Alvar Aalto con la que esta fundación reconoce la trayectoria profesional y la excelencia en la creatividad arquitectónica. El mismo mes, Andrés Jaque y su estudio Office for Political Innovation, con sedes en Nueva York y Madrid, ganaron el prestigioso concurso Young Architects Program de arquitectura efímera del PS1, la sede que el Museo de Arte Moderno de Nueva York (MoMa) tiene en Queens, con la obra titulada "Cosmo", una instalación futurista que depura en directo el agua contaminada y que solo permanecerá expuesta durante el verano. La galería londinense Serpentine Gallery ha encargado este año al estudio de José Selgas y Lucía Cano (SelgasCano, afincado en Madrid) la construcción de su ya famoso pabellón de verano, que otros años realizaron arquitectos como Zaha Haddid, Oscar Niemeyer, Álvaro Siza o Frank Gehry.

▶ *Filarmónica de Szczecin, obra del estudio Barozzi-Veiga, finalista del premio Mies van der Rohe 2015 (Foto ©Hufton+Crow/Barozzi-Veiga).*

Son algunos ejemplos, los más recientes, de esa proyección de la arquitectura española a nivel internacional. Se pueden añadir muchos más. Pero ninguna nómina de obras y autores –por definición siempre parcial y nunca actualizada– ofrecería argumentos de fondo para conocer el entramado de relaciones, interdependencias y formas de trabajo en las que se desarrolla la arquitectura actual en general y, en particular, la arquitectura española en el conjunto de una sociedad globalizada, que no solo demanda otros productos sino que los demanda de otra forma. Estas son las premisas de las que han partido los organizadores de la exposición "Export. Arquitectura española en el extranjero", que puede verse en el museo de la Fundación ICO hasta el 17 de mayo.

Y no es que la exposición renuncie a realizar su particular nómina, algo necesario si se quiere seguir profundizando. Es más, lo primero que ve el visitante es la sala en la que se exponen pequeñas fotografías de doscientas obras pertenecientes a un centenar de estudios –algunas realizadas, otras aún en fase de proyecto–, además de las fotografías de las obras que delimitan temporalmente la exposición, de mucho mayor tamaño. Pero se trata solo –y así parece pensado por la forma en que se muestran las obras, que recuerda a las piezas de un puzle– de una visión general, una especie de prólogo, que no invita a detenerse en todas y cada una de ellas para comprobar pormenorizadamente sus características. Todas estas pequeñas fotos –no hay vistosas maquetas, no hay planos de gran formato– son más bien una invitación a lo contrario: más allá del detalle, averiguar qué significa ser arquitecto hoy –ser arquitecto español hoy trabajando en o para el extranjero–, a través de qué perfiles se desarrolla la profesión, qué relaciones subyacen, qué significados revela la nueva arquitectura y en qué entramado se mueve este oficio. Como ha explicado el comisario de la exposición, Edgar González, "Export no intenta ser una mirada exhaustiva de todos los interlocutores implicados, sino una reflexión", tratando de ofrecer una perspectiva más abierta, más global y más orgánica que arroje luz sobre ese collage de perfiles, prácticas y relaciones diversas que supone la arquitectura.

.\ Perfiles y prácticas

Para ello la exposición recurre a varias categorías, o perfiles, a los que se ha denominado *Insiders*, *Young Achievers*, *Producers*, *Healers*, *Scholars* y *Outsiders*, que responden a otras tantas formas de esa práctica, si bien, lejos de ser compartimentos estancos, en muchas ocasiones se entremezclan, alimentándose unos a otros. Al primer grupo, *Insiders*, correspondería la forma más tradicional de exportación de nuestra arquitectura, la de aquellos arquitectos que han ido a trabajar fuera de España para formar parte de firmas de otros países, un fe-

▶ *Arriba, velódromo de Medellín, del estudio Fake Industries Architectural Agonism (Cristina Goberna y Urtzi Grau). Otra obra de este estudio es finalista del concurso para la sede del Guggenheim de Helsinki que se fallará en junio (Foto Fake Industries Architectural Agonism). A la drcha., Ravensbourne College de Londres, del estudio de Alejandro Zaera-Polo, autor también, junto a Farshid Moussavi de una de las obras que enmarca temporalmente la exposición: la terminal marítima de Yokohama (Foto ©Morley von Sternberg/Zaera Polo).*

nómeno que, aun existiendo desde siempre, ha potenciado en los últimos años la crisis económica. En este sentido, los arquitectos españoles, con una formación amplia, "todoterreno", se han integrado perfectamente en estudios de todo el mundo –ubicados en Múnich, Rotterdam, Basilea, Londres, Panamá, Pekín, Seúl, Tokio o Nueva York–; estudios que son cada vez más versátiles y flexibles, además de más multiculturales, lo que enriquece sus perspectivas, y donde, frente a la estructura vertical de los estudios tradicionales, la base está en el trabajo en equipo, un equipo interdisciplinar compuesto a veces por medio centenar de nacionalidades.

La exposición pone el acento, más que en obras, en los distintos perfiles y prácticas en las que se desarrolla la arquitectura en la actualidad

Otras prácticas, que en la exposición se denominan *Young Achievers* y *Producers* (con el último término se designaría a los "consagrados"), se refieren no ya a los arquitectos individuales que salen a trabajar a estudios extranjeros, sino a la exportación de la misma arquitectura española, bien trabajando desde España, bien

Una mirada al pasado

La exposición del museo ICO reserva también un pequeño espacio para mostrar algunos antecedentes de la presencia de la arquitectura española en el mundo. La selección de esta sección –"500 años exportando arquitectura"– se inicia con dos obras del periodo colonial: la catedral más antigua de América, la de Santo Domingo (actual República Dominicana), realizada bajo la dirección de fray García de Padilla en 1541, y el convento de Santo Domingo de Puebla, México (Francisco Becerra, 1659). Ya en el siglo XX, la siguiente fotografía, las arcadas bajo el puente de Queensboro de Nueva York, de 1909, rememora la figura de Rafael Guastavino, que realizó en esta ciudad varias bóvedas tabicadas, exportando técnicas que eran desconocidas incluso en Estados Unidos. De la siguiente década (1917) es el Star Garage Co. de Sanghái, de Abelardo Lafuente García-Rojo, que llevó a China un estilo neoislámico, de moda entonces en España, que resulta sorprendente en la ciudad china. De mediados del siglo XX son las siguientes obras: la embajada de EE. UU. en Bagdag (1955), de Josep Lluís Sert; la iglesia de la Medalla Milagrosa de Ciudad de México, del mismo año, obra de Félix Candela, y el pabellón de España en la Exposición Universal de Bruselas de 1958, de José Antonio Corrales y Ramón Vázquez Molezún. De 1976 es la Pirámide que Ricardo Bofill levantó en La Perthus en la frontera franco-española, la primera obra fuera de España del que pronto sería uno de los arquitectos más internacionales. La sección se cierra con la obras de otros dos consagrados: Santiago Calatrava, con la biblioteca de la Facultad de Derecho de la Universidad de Zúrich (1989), y Rafael Moneo, con la catedral de Nuestra Señora en Los Ángeles (EE. UU.), de 2002.

Un recorrido, breve pero significativo, que revela el camino recorrido hasta llegar a la más reciente arquitectura española en el extranjero.

▶ *Exposición "Export, arquitectura española en el extranjero en el museo de la Fundación ICO de Madrid (Foto Museo ICO).*

abriendo estudios fuera. Un caso que, al igual que el anterior, no es de ahora, pero que como resultado de determinados fenómenos como la globalización de las relaciones económicas, los programas de intercambio académico o la proliferación de concursos internacionales, es cada vez más frecuente entre los arquitectos españoles. Una práctica, destinada fundamentalmente a la edificación singular, que requiere un especial esfuerzo de adaptación de los estudios españoles a las formas de trabajo de esos otros países y que abarcan desde la propia extensión y contenido del proyecto hasta cuestiones legales, como las normas de licitación de obras públicas, que pueden ser muy dispares entre las diferentes administraciones y respecto de la legislación nacional. Se trata, a veces, de cuestiones prácticas que podrían parecer menores, pero que pueden afectar a la misma forma de trabajar, de plantear los proyectos y de desarrollarlos.

▶ *Derecha, Torbay House (Australia), del estudio SMAR de Fernando Jerez y Belén Pérez de Juan. Este estudio es uno de los finalistas del concurso para la sede del Guggenheim de Helsinki que se fallará en junio (Foto SMAR: Fernando Jerez-Belén Pérez de Juan). Debajo, centro de formación "Konokono" (en Kokuselei, Turkana, Kenia) para la Comunidad Misionera San Pablo Apóstol, obra resultado de la colaboración entre el estudio Selgas Cano (José Selgas y Lucía Cano) y estudiantes de Arquitectura del MIT. El centro "Konokono", que en Kiswahili significa "caracol", fue construido con el trabajo de toda la comunidad. Foto ©Iwan Baan/Selgas Cano).*

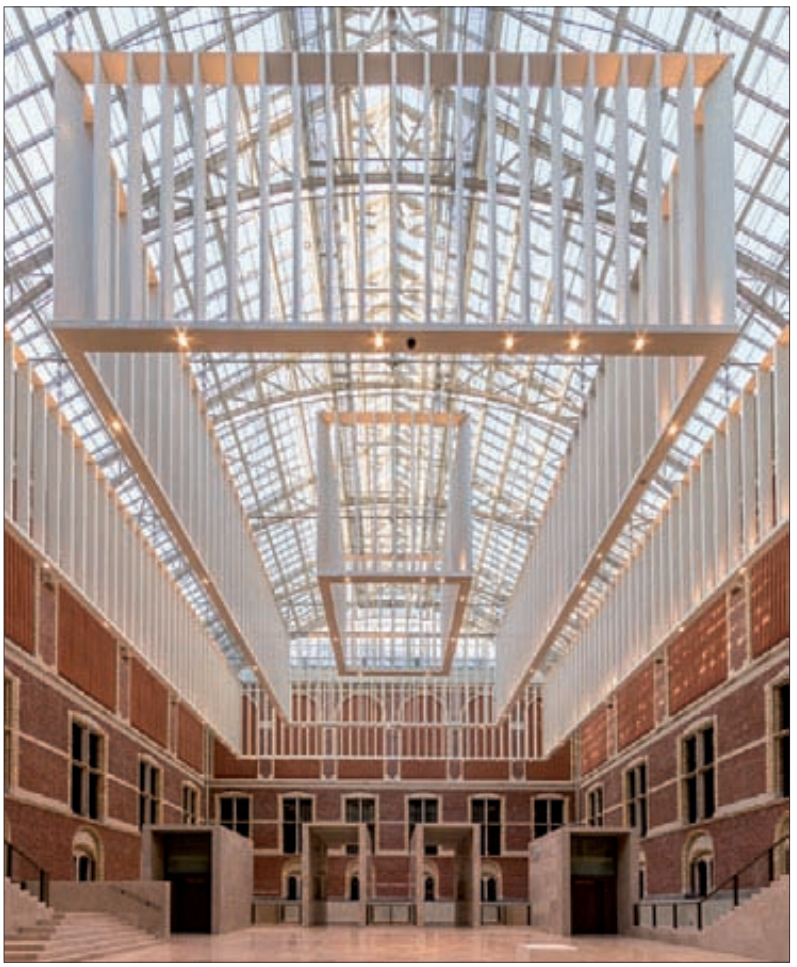
La de los "sanadores" (*Healers*) es otra experiencia incluida en la exposición. Probablemente hija como ninguna otra de nuestro tiempo –que en todos los campos y cada vez con mayor frecuencia responde a la globalización de carácter económico con la cooperación internacional de contenido social–, la práctica de la arquitectura bajo premisas solidarias (como "sanar" injusticias sociales o perjuicios medioambientales) es un camino cada vez más transitado por la nueva arquitectura, sobre todo la de los más jóvenes. El crecimiento desmedido y la sola búsqueda del beneficio económico dan como resultado entornos urbanos marginales, espacios públicos degradados y edificaciones poco sostenibles desde el punto de vista del medio ambiente. En este sentido, el urbanismo y la arquitectura española, partiendo muchas veces de experiencias innovadoras llevadas a cabo en nuestro país en los últimos años, están entre los más demandados por organismos, instituciones y administraciones de otros países, sobre todo en Latinoamérica, donde estudios españoles se suman a proyectos colectivos y sociales para la aplicación de soluciones que tengan como resultado entornos y construcciones más justas y sostenibles.

.\ Más allá de levantar edificios

Las prácticas vistas hasta ahora no agotan el ámbito en el que se mueve la arquitectura de nuestros días ni engloban a todos los actores implicados. Por un lado, la práctica profesional ya no responde a un perfil único y tradicional, y el mundo de la arquitectura y sus profesionales aparecen en otros escenarios, ampliando un campo cuyos límites son cada vez más difusos. Los *Outsiders*, como se denominan en esta exposición, a modo de exploradores de territorios hasta ahora ajenos, se adentran en los dominios del diseño gráfico y editorial, el diseño industrial o de joyas, la fotografía, la moda o el videoarte.

Pero no se trata simplemente de desembarcar en otros puertos ya conocidos. Muchas de las prácticas de estos *outsiders* implican investigación y replanteamientos, nuevas miradas, por ejemplo, sobre edificios abandonados, ruinas industriales, patrimonio arquitectónico, paisajes o espacios urbanos desgajados hasta entonces de la vida cotidiana de la ciudad. "Arquitecto no invitado", "*spatial-practitioner*", "arquitectura investigativa" o "arte del extragobierno", son algunas de las denominaciones que se han empleado para designar estas prácticas, casi siempre al margen de los canales convencionales, en las que los arquitectos españoles están cada vez más valorados en el extranjero.

Existe aún otra forma de "estar" en la arquitectura más allá de la práctica (o más bien, en este caso, *además de* la práctica): la docencia, a la que la muestra dedica, siguiendo con la terminología anglosajona utilizada, la sección *Scholars*. Un ámbito en el que la presencia española en el extranjero tiene algunos precedentes (Josep Lluís Sert, exiliado en Estados Unidos tras la Guerra Civil, fue profesor de arquitectura en Yale y *dean* de la Harvard Graduate School of Design en los años 50; la misma escuela en la que Moneo, ya en los 80, fue profesor del departamento de Arquitectura). Pero en las dos últimas décadas el plantel de docentes españoles en universidades extranjeras, sobre todo de Estados Unidos y Gran Bretaña, ha crecido de forma espectacular, valorándose fundamentalmente la compatibilización entre la práctica de la profesión y su disciplina.



Arriba, el Rijksmuseum de Ámsterdam –cuya remodelación y creación de nuevos espacios se debe a Antonio Cruz y Antonio Ortiz– cierra el marco temporal en el que se inscribe la exposición (Foto Cruz y Ortiz Arquitectos). A la izqda., la exposición se divide en "perfiles" o "prácticas", como la de Scholars *dedicada a la práctica docente de arquitectos españoles en universidades extranjeras (Foto museo ICO).*

La exposición dedica un apartado a las empresas constructoras españolas que trabajan en el extranjero (Foto Museo ICO).

Otros agentes

El entramado de la arquitectura española en el extranjero es aún más complejo. Otras relaciones y actividades conectan directamente con ella. Algunas son parte de su desarrollo, incluso de su propia existencia, al menos parcialmente; otras son vehículos para su difusión y su conocimiento, y también proporcionan la imagen que presentamos al mundo, algo igualmente importante. La exposición no olvida a estos otros agentes y manifestaciones, y forma con ellos una sección compuesta de varios apartados. Así, se hace referencia al denominado *soft power*, es decir, la posibilidad de influir en aspectos ideológicos a nivel internacional a través de manifestaciones no directamente políticas sino culturales (arte, lengua, literatura, etc.), entre las que la arquitectura no estaría entre las menos importantes. Además del caso obvio de exposiciones internacionales, bienales o incluso edificios diplomáticos, se pone el ejemplo del Instituto Cervantes, algunas de cuyas sedes son un elemento más de representación. Pero también en el ámbito de la empresa privada se dan a veces esas manifestaciones, y el apartado titulado *Retail Empire* se detiene en un caso paradigmático: el de una gran empresa textil española con presencia en todo el mundo cuyas tiendas –allá donde estén, con un estilo muy definido que es tal vez su mejor propaganda– han sido diseñadas por el mismo estudio gallego.

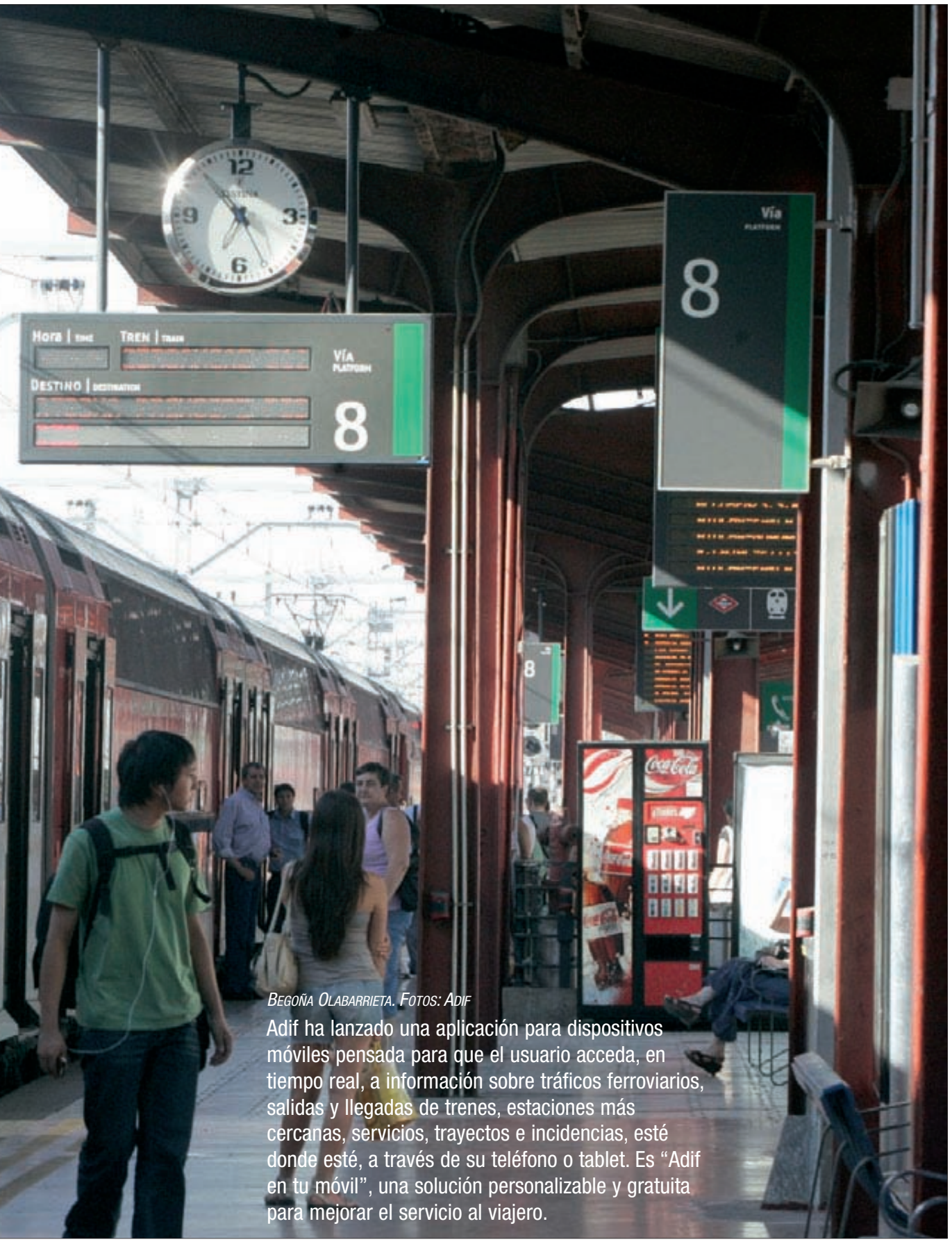
Entre estos otros agentes, no podía faltar en la exposición una referencia a otra de las manifestaciones de difusión de nuestra arquitectura más relevantes: las publicaciones especializadas. Según el comisario de la muestra, en todas las listas de editoriales y publicaciones sobre arquitectura más influyentes a nivel mundial aparecen invariablemente al menos cuatro españolas: las revistas *El Croquis*, *Arquitectura Viva* y *Actar*, y la editorial Gustavo Gili. Naturalmente, estos sellos, aun con vocación internacional, dedican gran parte de su quehacer a la arquitectura de nuestro país, jugando un papel esencial en su difusión.

Las publicaciones especializadas, los docentes en universidades extranjeras o las constructoras son otras formas de difusión de la arquitectura española

Por último, a nadie se le escapa que uno de los principales roles en la edificación a nivel internacional lo interpretan hoy las grandes empresas constructoras, sobre todo en el sector de las infraestructuras, pero también en otros sectores como el de la edificación, muchas veces de carácter singular, con un destino industrial, sanitario, deportivo, cultural, habitacional, turístico, comercial o de oficinas. Y las empresas españolas, cuya actividad en el exterior representa ya el 80 por ciento de su facturación, construyen en todo el mundo –además de canales, ferrocarriles o autopistas– estaciones y terminales, hospitales y centros de investigación, grandes hoteles y complejos turísticos, centros comerciales, auditorios, museos, bibliotecas o estadios de fútbol. Algunas de estas obras, además de estar construidas por grupos españoles llevan también la firma de un arquitecto español en el proyecto. En todo caso, estos gigantes (*Giants of construction* se llama este apartado de la exposición) son otra expresión que nos permite resolver la compleja ecuación que es la arquitectura española actual en el mundo. ▮

"ADIF EN TU MÓVIL", UNA APLICACIÓN CON INFORMACIÓN EN TIEMPO REAL

La estación en el bolsillo



Begoña Olabarrieta. Fotos: Adif

Adif ha lanzado una aplicación para dispositivos móviles pensada para que el usuario acceda, en tiempo real, a información sobre tráficos ferroviarios, salidas y llegadas de trenes, estaciones más cercanas, servicios, trayectos e incidencias, esté donde esté, a través de su teléfono o tablet. Es “Adif en tu móvil”, una solución personalizable y gratuita para mejorar el servicio al viajero.

La aplicación lanzada por el Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (Adif) es el mayor teleindicador de España de consulta de trenes, horarios, vías y recorridos; con información de más de 1.000 estaciones en tiempo real, sus servicios e incidencias, para que el viajero pueda planificar mejor su viaje.

Está diseñada tanto para usuarios residentes en grandes núcleos de población, como para los usuarios de pequeñas y medianas estaciones que no disponen de sistemas de información instalados (teleindicadores) o personal de información; algo que "Adif en tu móvil" les ofrece ahora: una estación en el bolsillo.

Para los núcleos de población que cuentan con servicios de cercanías, los usuarios podrán conocer en qué

▶ *La aplicación ofrece información de horarios previstos y reales.*

momento está estacionado su tren en la estación, recibirán información de su llegada a la estación deseada con una antelación de 10 minutos, la hora prevista de entrada en el andén y la de salida hasta su siguiente destino.

Por lo que respecta a los tráficos de alta velocidad, media y larga distancia, se ofrece información sobre los horarios previstos y reales, el punto donde se encuentra el tren y la hora de llegada y salida de la estación seleccionada.

También en redes sociales

La app "Adif en tu móvil" se incorpora a las nuevas formas de comunicación con los usuarios y los viajeros que ya se han habilitado desde el Administrador de Infraestructuras Ferroviarias, organismo dependiente del Ministerio de Fomento.

Adif dispone de una página web generalista, www.adif.es, que según los últimos datos de análisis había recibido, entre enero y noviembre del pasado año, 407.579 visitas. Además cuenta con otra web específica para alta velocidad www.adifaltavelocidad.es. Ambos portales ofrecen información institucional y noticias, y datos útiles para el ciudadano.

Las páginas web se complementan con la presencia y la interacción con los ciudadanos a través de las redes sociales: en Facebook con 7.553 seguidores, en Twitter con 14.566 seguidores y más de 6.000 tweets enviados en el último trimestre del pasado año; también en YouTube, con 275.052 reproducciones acumuladas, y en la red profesional LinkedIn, donde Adif tiene 8.973 seguidores.

A medida

Además de la información general, "Adif en tu móvil" permite la personalización con favoritos, creando una auténtica estación a medida, con suscripciones y alertas para conocer toda la información de las rutas y estaciones que el usuario necesite o que utilice diariamente para sus desplazamientos.

Para ello el viajero puede prefijar un trayecto que le interese y suscribirse a él para recibir notificaciones sobre el mismo si así lo desea, pudiendo estar siempre al tanto de dónde está el tren, a qué hora va a pasar por su estación más cercana, en qué vía estará estacionado, etc. La aplicación también muestra esta información para los casos de media y larga distancia, de forma diferenciada en la pantalla del móvil o tablet, para distinguirlos de los de cercanías.

Esta información se combina con la posibilidad de permitir la geolocalización, haciendo más fácil la localización de estaciones, que se puede hacer bien por buscador, bien por mapa, o permitiendo que el dispositivo móvil localice la más cercana al usuario, ofreciendo la información que necesita saber sobre la misma.

Las estaciones también tienen su espacio en la aplicación, mostrando los datos de su ubicación y de contacto, planos y rutas de acceso, transportes, tiendas, restaurantes y otros servicios de los que se disponga e, incluso, información meteorológica para el viajero que llega a la misma.

"Adif en tu móvil" también se ha pensado para pasajeros con necesidades especiales, siguiendo así los mismos criterios de accesibilidad que se desarrollan en las instalaciones. Para ello se da la posibilidad de descargar la audioguía, pensada para personas invidentes o con visión reducida, con información útil sobre la estación, datos de localización y distribución de espacios; y el servicio Dialoga, diseñado para personas sordas o con discapacidad auditiva, y que funciona para 21 estaciones en este momento. ▮

▶ *La aplicación muestra todos los datos útiles de las estaciones.*

Miles de usuarios a la vez

En el diseño de "Adif en tu móvil" se ha perseguido la facilidad de uso para que el viajero pueda tener acceso a la información que necesita en pocos pasos.

Así puede acceder rápidamente a secciones como: Nos movemos contigo, Todos los servicios de tu estación, Tu tren en tiempo real, Área comercial de tu estación, y Favoritos y Suscripciones, a lo que se suman las alertas de trayectos y de trenes concretos, para estar informado minuto a minuto de las circunstancias exactas en que se encuentran sus servicios habituales.

Antes de su lanzamiento se realizaron numerosas pruebas para asegurar que el sistema puede soportar miles de usuarios conectados de forma simultánea a la aplicación.

Los viajeros pueden descargársela en Google o en Apple. Para conocer mejor la aplicación Adif ha colgado una demo explicativa en https://vimeo.com/118105423.

RECOPILACIÓN ESPECIAL DE REPORTAJES PUBLICADOS EN LA REVISTA ENTRE 2009 Y 2012 Y OTROS DE NUEVA EDICIÓN

Una selección de antiguos trazados ferroviarios, hoy acondicionados por el Programa de Vías Verdes, para descubrir la naturaleza y el patrimonio histórico de los territorios que surcaron a través de 30 rutas accesibles para todos.

PVP: 10 €

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

SOLICITE SU EJEMPLAR EN TELF. : 91 597 53 85 / 53 91
Por fax: 91 597 85 84 (24 horas)
Por correo electrónico: cpublic@fomento.es

25 aniversario del Museu del Ferrocarril de Catalunya

Tesoros de la arqueología industrial

Julia Sola Landero. Fotos: M.F.C.

El Museu del Ferrocarril de Catalunya –uno de los museos dedicados al tren más importantes de Europa– cumple este año su primer cuarto de siglo. Y para cerebrarlo ha organizado una serie de actos que se prolongarán durante todo 2015. El objetivo: convertirse en un espacio cultural de referencia y dar a conocer sus fondos en unas instalaciones que cada año reciben a más de 30.000 visitantes y que atesoran entre sus paredes algunas de las piezas más valiosas del patrimonio ferroviario español.

Locomotoras de vapor en la cochera-taller del museo.

Inaugurado el 5 de agosto de 1990 con el nombre de Museo del Ferrocarril de Vilanova i la Geltrú, su sede se encuentra en el recinto de la estación del municipio barcelonés, un conjunto de edificios, de finales del XIX y principio del XX, que son en sí mismos una muestra del patrimonio industrial de Cataluña y testimonio de la revolución técnica y social en la que el tren fue protagonista. Se trata de un conjunto de edificaciones de estilo ecléctico declarado Bien Cultural de Interés Local, que fue abierto al público el 29 de diciembre de 1881, con ocasión de la apertura del tramo Barcelona-Vilanova de la línea férrea Barcelona-Picamoixons-Valls. Unas instalaciones que se convirtieron muy pronto en un elemento de identidad socioeconómica de la ciudad.

El museo ocupa 13.000 m² situados en la zona donde en su día estuvo el antiguo centro productivo de la estación, un lugar en el que se ponían a punto las locomotoras y donde se desarrolló una intensa actividad: allí llegaron a trabajar cerca de 1.000 personas. Aquellas instalaciones fueron clausuradas en 1967 y desde ese año sirvieron como depósito para guardar las viejas locomotoras de vapor que iban quedando en desuso.

Tras unos años de olvido, estas excepcionales instalaciones vivieron su primer antecedente museístico en 1972, cuando la Asociación de Amigos del Ferrocarril de Barcelona organizó una exposición de locomotoras de vapor para conmemorar el XIX Congreso de la Unión Europea de Modelistas Ferroviarios y Amigos del Ferrocarril. Una primera experiencia que no cayó en saco roto, pues a partir de ahí germinó el proyecto para crear un museo del ferrocarril, que arrancó, ocho años más tarde, con la participación de Renfe, la Generalitat de Catalunya y el Ayuntamiento de Vilanova i la Geltrú, que firmaron un acuerdo para adecuar las instalaciones y restaurar los vehículos. Desde 1992, la gestión del museo está a cargo de la Fundación de los Ferrocarriles Españoles.

Patrimonio industrial

Entre las interesantes construcciones que acogen fondos museísticos, se encuentra el edificio principal, un antiguo economato construido en los años 70 para el servicio de los trabajadores ferroviarios, que alberga la exposición permanente, la zona de servicios, el Centro de Documentación y el espacio Cinematren, dedicado al mundo del cine, junto con un espacio donde se expone un audiovisual que muestra la historia del ferrocarril, entre otras dependencias.

Pero lo que hace verdaderamente singular al recinto museístico es su espacio exterior: una amplísima rotonda construida en la década de los pasados años 20, que ocupa una superficie de 10.000 m² y con 12 vías semicubiertas dotadas con foso, y un puente giratorio de 23 metros para distribuir los coches en la rotonda que funcionó hasta finales de los años 30 del siglo pasado, cuando su diámetro resultó insuficiente para las modernas locomotoras, de mayores dimensiones. Era en esa cochera-taller donde trabajaron multitud de maquinistas, mecánicos, repostadores y peones para poner a punto las locomotoras y los coches de viajeros. Las instalaciones del depósito, que albergaban medio centenar de locomotoras, se distribuían en dos secciones: la del taller de reparaciones, donde llegaron a trabajar

Proyecto 25 años del Museo del Ferrocarril de Cataluña

La celebración del 25 aniversario del museo incluye la difusión de sus colecciones ferroviarias y de sus instalaciones, y se prolongará durante todo el año: 12 meses, 12 actuaciones. Para ello el museo plantea una programación mensual de actuaciones que pretende ofrecer su presencia continuada en la escena pública y en las agendas de ocio de las familias.

Después de la presentación, el pasado mes de enero, de la campaña de comunicación y la puesta en funcionamiento de una red wifi pública en todo el recinto del museo, en febrero se puso en funcionamiento un sistema de audio en la rotonda del museo con la reproducción continua del audio "Sonidos del tren". Durante el resto de los meses, y salvo de cambios de última hora, la programación prevista es la siguiente:

Marzo: *Nuevos soportes de comunicación (folletos-guía del museo). Inauguración de la exposición permanente "Espai Talgo" junto a la composición del Talgo II.*

Abril: *Publicación de la Guía de niños del museo en colaboración con Rodalies de Catalunya.*

Colaboración con la Filmoteca de Catalunya en un Ciclo de Tren en el Cine (abril-mayo). Campaña "Fem un Conte" ("Hagamos un cuento") con los centros escolares del Garraf.

Mayo: *Presentación del libro "El somni del progrès", que recoge una muestra de los fondos fotográficos del museo. También en formato digital.*

Junio: *Reforma de espacios de la planta baja del museo. Apertura el día 30.*

Julio: *Inauguración de la Exposición fotográfica "El somni del progrès" relacionada con el libro presentado en mayo.*

Agosto: *El 5 de agosto fue el día que hace 25 años el museo abrió las puertas por vez primera, coincide con la fiesta mayor de Vilanova y es Jornada de Puertas Abiertas, y se programarán distintos actos aún por definir.*

Septiembre: *Musealización del paso a nivel e incorporación del paso a nivel de Roda (último sustituido en España).*

Octubre: *Durante este mes se celebra también la Semana del Tren en Catalunya por lo que se propone celebrar un coloquio en el museo de expertos en Patrimonio para reflexionar sobre el futuro del legado histórico del ferrocarril.*

Noviembre: *Como hito en este mes se plantea una fiesta conmemorativa el 15 de noviembre de los 25 años para el gran público, en la que se encienda la "Mataró" y se presente la restauración de la locomotora diésel 1800.*

Diciembre: *En este mes se celebrará una Gala especial de los Premios "Camins de Ferro" el día 12 y se presentará el coche Harlan restaurado.*

Actualmente hay abierto un espacio digital –en Facebook, Twiter, Instagram y Flickr–, donde se anima a los interesados a enviar una felicitación personal o institucional; los mensajes se podrán leer en el enlace:

http://museudelferrocarril.org/es/25-anos.

Dos locomotoras de tren Talgo.

250 operarios, y la conocida como el "recorrido", donde unos 400 trabajadores se encargaban de las tareas de reparación y mantenimiento de todo tipo de vehículos ferroviarios y donde se incluía un espacio para la carpintería –pues los coches en su mayoría eran de madera– y otro de tapicería.

Adosada al taller de locomotoras se encuentra una nave transversal dotada de un gran puente grúa para elevar los vehículos y con capacidad para acoger hasta 360 personas. También forma parte del museo la llamada nave de suministros, que fue reformada en el 2000 y reconvertida en sala de exposiciones permanentes con el nombre de Espai Segle XXI, bautizada así porque allí se exhiben y difunden el presente más moderno del tren y las altas tecnologías ferroviarias, como son los elementos relacionados con la alta velocidad Madrid-Barcelona.

También forma parte del conjunto uno de los tres antiguos depósitos que se utilizaban para la desmineralización del agua destinada a llenar las calderas de las locomotoras –aún conserva una cubeta metálica en la parte superior–, que fue transformado también en espacio expositivo en 2006 bajo el nombre de Espai Gumà –en recuerdo de Francesc Gumà i Ferran, el promotor del ferrocarril en Vilanova–, y donde se explica la historia local del ferrocarril.

.\ Joyas del patrimonio industrial

El museo atesora más de medio centenar de vehículos de todas las épocas, clases y tecnologías; un conjunto considerado, por número y variedad, como una de las colecciones técnicas más importantes a nivel internacional. En la colección se encuentran 25 locomotoras de vapor que son auténticas reliquias y que rodaron por

La emblemática locomotora "Mataró".

España en los siglos XIX y XX, auténticos símbolos de los nuevos tiempos. Algunas de ellas son únicas, como las dos locomotoras más antiguas de cuantas se conservan en España: la "Martorell" (1854) y la "Mamut" (1857), que fue, como su nombre sugiere, la más potente y pesada de Europa en su tiempo. También ostenta el título de ser el primer vehículo de los ferrocarriles españoles en cumplir cien años de servicio. Consiguió cumplir 106 años de vida activa.

También está la más rápida del siglo XIX (MCP9/Renfe 220-2005); la primera de vía ancha construida en España (la "Caldas"); la única aerodinámica en España (la "Linda Tapada"); la locomotora más pequeña de ancho nacional ("Andaluces 020-04"), y la última locomotora de vapor en funcionamiento, apagada por el príncipe Juan Carlos en 1975.

El museo conserva la máquina de vapor más emblemática, la "Mataró", primera que circuló en la península, entre Barcelona y Mataró, en 1848

Pero la máquina de vapor más emblemática del país es la locomotora "Mataró", primera que circuló en la península, entre Barcelona y Mataró. La recuperación y puesta en servicio de esta pieza única del patrimonio industrial fue posible gracias a una acción de micro-mecenazgo en la que participaron entidades como Renfe y cientos de ciudadanos individuales.

Se trata de una máquina con una accidentada historia. La original fue exhibida en la Exposición Catalana de la Universidad de Barcelona celebrada en 1877. Allí, al bajarla de la plataforma donde estaba expuesta, se cayó y sufrió importantes desperfectos, que la llevaron a su desaparición. Años después, en 1947, se encargó una réplica a la compañía Maquinista Terrestre y Marítima en los talleres de San Andrés, en Barcelona, con motivo de los actos conmemorativos del primer centenario del ferrocarril, en 1948.

▶ *Locomotoras en la rotonda exterior del museo. Debajo, la cochera-taller en una de las miles de imágenes que guarda el achivo del museo.*

La locomotora ha vuelto a ponerse en marcha gracias a la rehabilitación realizada en los talleres de la Asociación para la Reconstrucción y Puesta en Servicio de Material Ferroviario Histórico, una entidad sin ánimo de lucro dedicada a la recuperación de vehículos ferroviarios históricos. Hoy la máquina se puede ver en funcionamiento y su recuperación mereció el premio Bonaplata en su categoría de Rehabilitación de Bienes Inmuebles y Muebles.

Además de las joyas del vapor, el museo atesora también máquinas de tracción eléctrica y diésel, y coches de viajeros de diversos tipos. Entre estos está el primer Talgo o el coche Harlan, construido en 1878 en los Estados Unidos, que fue el primer vehículo en España dotado de freno automático y cuyo rodaje se efectuaba mediante bogies, en lugar de dos ejes.

También se conserva una mesa de enclavamientos Thomson Houston, construida en 1924 para gestionar el tráfico de la estación de Barcelona-Francia, o el puente de señales de la misma estación, piezas que fueron dadas de baja tras la remodelación que se hizo con motivo de los Juegos Olímpicos de Barcelona de 1992. La colección de este tipo de elementos se completa con diversas piezas de elementos de infraestructura y superestructura ferroviaria, y con una serie de vehículos para su mantenimiento.

.\ Centro de documentación

Todas estas piezas se completan con el Centro de Documentación del museo, único en Cataluña especializado en temática ferroviaria, de carácter público y abierto a consultas. Se trata de un espacio abierto en el año 2000 y situado en el piso superior del edificio de servicios, donde se guardan más de 5.000 registros bibliográficos, 400 vídeos y una importante colección de cartografía ferroviaria, junto con memorias y proyectos de las antiguas compañías de ferrocarriles, documentos impagables que registran el proceso constructivo de la red ferroviaria catalana.

Su archivo fotográfico, formado en buena medida por negativos en formato medio en placa de vidrio, dispone de más de 10.000 imágenes. Entre ellas destacan, por su magnitud y calidad, las obras de Francesc Ribera y Colomer, responsable de gran parte del fondo del Servicio Eléctrico de Renfe en las décadas de 1940 y 1950.

Los fondos más antiguos provienen de la antigua biblioteca de la Compañía del Ferrocarril de Madrid a Zaragoza y Alicante, ubicada en la estación de Barcelona-Francia y que fueron donados en 2001 por el departamento de Mantenimiento e Infraestructura de Renfe. Y por último, también cuenta con numerosas publicaciones periódicas, memorias, informes y material cartográfico y de archivo, que reúnen multitud de piezas del devenir ferroviario. ▮

SUSCRÍBASE A LA EDICIÓN IMPRESA

Revista del Ministerio de Fomento

TARJETA DE SUSCRIPCIÓN

NOMBRE Y APELLIDOS/EMPRESA ..... **N.I.F.** .....

DOMICILIO ..... **Nº** .....

LOCALIDAD ..... **PROVINCIA** ..... **C. P.** .....

PAÍS ..... **TELÉFONO** ..... **CORREO ELECTRÓNICO** .....

MODALIDAD DE SUSCRIPCIÓN	ESPAÑA	EXTRANJERO
☐ 1 año (11 números)	**25 €**	**35 €**
☐ 2 años (22 números)	**40 €**	**50 €**

Envíenme gratis la el nº extraordinario *"Alta velocidad en España 1992-2011"* que regalan por una suscripción de dos años*
**(Hasta agotar existencias)*

FORMA DE PAGO ☐ **Envío cheque adjunto** ☐ **Envío giro postal nº** ..... ☐ **Domiciliación bancaria** (sólo suscriptores)

De conformidad con lo establecido en la Ley Orgánica 15/1999 de 13 de diciembre de Protección de Datos de Carácter Personal, usted tiene derecho al acceso, cancelación, rectificación y oposición de los datos facilitados mediante solicitud por escrito a : Centro de Publicaciones del Ministerio de Fomento. Paseo de la Castellana, 67. 28071 Madrid. E-mail: cpublic@fomento.es

Enviar a: **Revista del Ministerio de Fomento**
Pº de la Castellana, 67. 28071 Madrid. **Información y suscripciones: 91 597 64 49.** **Correo electrónico: cpublic@fomento.es**

DOMICILIACIÓN BANCARIA

Entidad bancaria .....

Domicilio entidad ..... Nº .....

C.P. ..... Localidad ..... Provincia .....

Muy Sres. míos:
Ruego que, con cargo a mi cuenta y hasta nuevo aviso, atiendan el pago de los recibos correspondientes a mi suscripción que les presentará al cobro la Revista del Ministerio de Fomento, editada por el Centro de Publicaciones del Ministerio de Fomento.

Les saluda atentamente
(firma)

CÓDIGO IBAN CUENTA CLIENTE

E | S | | |

Recuperación del histórico Caminito del Rey

Paseo sobre el abismo

Texto y fotos: María del Carmen Heredia Campos

El “Caminito del Rey”, bautizado así popularmente tras el paso por él del rey Alfonso XIII, en 1921, de vuelta de inaugurar el pantano de El Chorro (Málaga), ha vuelto a resurgir de un largo declinar desde que hace ya más de medio siglo dejó de ser útil para facilitar el paso por el vertiginoso desfiladero de los Gaitanes.

En la página de la izqda., puente de hierro del Caminito del Rey durante la restauración. Sobre estas líneas, dos imágenes de los años 60 del puente de Rivera (AHPM, Fondo E. Ortega).

No se puede entender en toda su magnitud la historia del Caminito del Rey sin los sueños e inquietudes de los empresarios malagueños de primeros del siglo XX. Fracasados los proyectos energéticos para salvar sus industrias, cerradas principalmente por las dificultades para conseguir carbón a precio competitivo para alimentar las máquinas de vapor, los grandes emprendedores del otrora floreciente entramado industrial malagueño, contando con los conocimientos técnicos de renombrados ingenieros del Estado, buscan por todos los medios relanzar la economía de la provincia en el marco de la política de los gobiernos regeneracionistas.

En este escenario nace el proyecto del ingeniero de Caminos malagueño Leopoldo Werner Martínez del Campo, en 1901, que contempla la utilización de la fuerza de las aguas del río Guadalhorce para producir energía hidráulica aprovechando el gran desnivel de la sierra de Huma malagueña y de sus corrientes de agua hacia el mar Mediterráneo. Ya era bien conocido el desfiladero de los Gaitanes por las complejas obras que requirió el tendido de la línea férrea Bobadilla-Málaga por aquella agreste zona, que precisamente obligó a horadar cuatro complicados túneles en un desfiladero de unos 3,3 km, pero las posibilidades del lugar eclipsaban cualquier inesperada dificultad.

En un principio se planteó la construcción de un pantano en un estrechamiento del río Guadalhorce antes de internarse su curso en el desfiladero, pero esta idea se abandonó por su proximidad a las vías del ferrocarril y el peligro de inundarlas, habiéndose descartado el traslado de ellas por resultar sumamente costoso. Finalmente, solo se proyecta un aprovechamiento de las aguas del Guadalhorce justo a la entrada del desfiladero, en el Gaitanejo, contando con un fuerte desnivel natural del terreno de 180 m de altura sobre el nivel del mar. Con la energía eléctrica producida por este sistema hidráulico se complementaría la insuficiente energía de origen térmico que venían suministrando a Málaga las cuatro máquinas de vapor pertenecientes a las empresas extranjeras The Málaga Electricity Co. Ltd., "la inglesa", y Siemens Electricische Betribe, "la alemana".

Jorge Loring Heredia, hijo del gran promotor malagueño del ferrocarril Córdoba-Málaga, obtiene en 1902 la concesión del Estado para el proyecto de Werner –a financiar con capital privado– y en junio de 1903 funda la Sociedad Hidroeléctrica del Chorro, con un capital social de 2,025 millones de pesetas y con Ricardo Heredia, Rafael Benjumea y Francisco Silvela (representantes de la oligarquía malagueña y estrechamente emparentados entre sí) como grandes accionistas y promotores para la construcción del "Salto del Chorro". Por su parte, Loring sería el principal titular al aportar la concesión, los terrenos adquiridos y parte de las obras y estudios ya realizados.

Primeros pasos

Sin ningún mantenimiento ni servicio y bastante desmochada tras la riada de 1981, más de un siglo después aún se mantiene enhiesta la presa de la hidroeléctrica del Chorro como testimonio persistente del esplendor pasado. Se levantó como presa de arco-bóveda (tipo de presa que aprovecha el efecto transmisor del arco para transferir los empujes del agua al terreno) en talud, con 19 m de longitud en su coronación y 7 m de altura y grandes sillares de piedra en el paramento de aguas abajo, que derivaba las aguas a una galería construida

▶ *Plano de 1927 del pantano de El Chorro (ADE) y central de El Chorro en 1910 (Fototipia Thomas, Barcelona).*

en la margen derecha de las agrestes paredes del tajo, por las que discurría un canal forzado que transportaba el agua 3.280 m de norte a sur, de los cuales 1.200 m iban a cielo abierto, manteniendo la horizontal mientras iba aumentando la distancia del canal a tierra por el desnivel del río hasta los 98 m en la salida sur del desfiladero, donde se construyó la central hidroeléctrica del Chorro.

El canal, en su recorrido, debía pasar por dos tajos casi seguidos, el tajo del Gaitanejo y el de la Cueva del Toro, para continuar luego por una zona más amplia y arbolada, bañada por los meandros del Guadalhorce en la falda de la sierra de Almorchón, llamada el Hoyo. Luego cruzaba un tercer tajo, llamado Gaitán, conocido también como la Cortadura o incluso, más popularmente, como las Cambutas, con unas paredes de casi 300 m de altura y de 25 a 40 m de ancho, atravesando el río por un bello puente-acueducto de hormigón armado que construyó el ingeniero de caminos José Eugenio Rivera Duarte: "Para mi querido compañero Leopoldo Werner construí en 1903 un acueducto situado a 100 metros de altura sobre el barranco del Chorro", apoyándolo en las dos paredes del desfiladero a la salida sur de este. Pasado el acueducto, el canal volvía a internarse en la roca para salir de nuevo a la luz ya próximo al puente de hierro del ferrocarril Córdoba-Málaga. Continuaba por tierra firme hasta el depósito del que partía una gran tubería doble casi vertical en la ladera del paraje de El Chorro, que lanzaba el agua a presión hasta la casa de turbinas y la central hidroeléctrica situadas a orillas del río Guadalhorce, donde su energía se transformaba ya en eléctrica conectada a la red de alta tensión.

El 3 de junio de 1904 se inauguró oficialmente la fábrica hidroeléctrica, con un coste de las obras cifrado en unos 4 millones de pesetas y el cometido de enviar la electricidad a la capital mediante una doble línea de postes de madera y cables de alta tensión. Antes de su definitiva redistribución, en la subestación "la Secundaria", instalada en el Arroyo del Cuarto, se procedería a su procesado y ajuste tensional definitivo. En el curso de esta increíble y arriesgada obra empezará a tomar forma lo que luego será el "balconcillo del Chorro", cuyo precario nacimiento recogió la inestimable placa del fotógrafo Martínez Enríquez (ca. 1902) en la que se muestra un camino-andamio, a modo del utilizado por los albañiles en sus construcciones, de conformación precaria y peligrosa, sin más pretensiones que su utilidad como senda asociada al canal para trasladarse durante su construcción. Se iniciaba a unos siete metros del lecho del río en la margen derecha de la presa de Werner, formado por una ristra de tablones dispuestos de dos en dos en paralelo y sujetos a la montaña me-

▶ *Mesa y silla de piedra labradas con ocasión de la firma por parte de Alfonso XIII de acta de recepción del pantano de El Chorro en 1921. A la drcha., presa de arco-bóveda construida por Leopoldo Werner entre 1902 y 1905.*

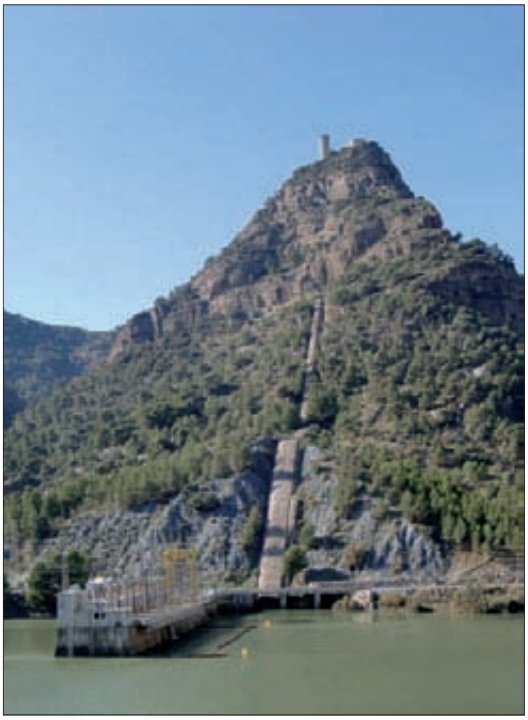
diante raíles incrustados en jabalcón en la pared rocosa, atados entre sí con alambres y con una barandilla de barras de hierro unidas por maromas por toda protección. A unos 200 metros, el canal salía del interior de la roca al aire libre y el camino seguía por los bordes del paredón del propio canal al que se accedía mediante escalerillas y puentecillos labrados en la roca que incluso bajaban al río, lo que hace suponer que servirían también para cruzar el barranco cuando no bajaran aguas. A otros 400 m se llegaba al lugar llamado de "la cueva del Toro", donde se construyó, bajo la antigua cueva de aquel nombre, un estanque con compuertas para desarenar y una casita para el vigilante del canal. Cuentan los cronistas de la época que por entonces los vigilantes, e incluso los visitantes, se desplazaban por el canal con una barquita. Este primer pasillo ni se ajustó a proyecto alguno ni parece que se contemplara con otro cometido que el de auxilio a las labores en el canal, pero las necesidades lo fueron conformando y ampliando hasta convertirlo en un elemento de utilización diaria por los trabajadores del amplio complejo hidráulico que se iba levantando en torno al desfiladero.

.\ El pantano del Chorro

Pronto se vio que la electricidad producida por el Salto del Chorro era claramente insuficiente al depender del irregular caudal del río; tempestuoso en invierno y casi nulo en época estival. Crecían además los graves conflictos entre los regantes de la vega de Málaga por el reparto del agua –canalizada aún por viejas acequias de origen árabe– para sus cultivos de regadío, demandando con insistencia a las autoridades una regulación de la cuenca. A todo ello se unían los propios problemas de la sociedad hidroeléctrica, que entre 1905 y 1909 pierde a los principales avalistas de las obras: Loring, Silvela y Heredia. En 1907, "el año de la *riá*", se inunda la central por una avenida y sus máquinas quedan enterradas; y en 1908, estando casi reconstruida, la central se quema mientras Benjumea lo contempla impotente desde su casa del Chorro muy próxima a ella. Las reparaciones llevan a la sociedad a la crisis financiera y será la familia de Benjumea la que principalmente aporte capitales para salvar una empresa en dificultades.

El gobierno, en sus planes de organizar las construcciones hidráulicas y encauzamientos para riegos, dicta en 1911 una ley –llamada "ley Gasset" por ser este el principal impulsor de la política hidráulica regeneracionista– que introducía la posibilidad para las sociedades de recibir auxilio financiero del Estado. Benjumea une a los regantes de la vega en el Sindicato Agrícola del Guadalhorce y obtiene, además de distintas ayudas, la concesión para la Sociedad Hidroeléctrica del Chorro. Se aprueba por el Estado un nuevo proyecto de Werner para la construcción de un pantano para riegos en el Guadalhorce, pero con él resurge el temor a la inundación del trazado ferroviario, que es modificado por el ingeniero Jiménez Lombardo y que tras los sondeos realizados por Gutiérrez Gándara se ubica en el río Turón, en el lugar llamado "la cueva de la Golondrina".

Rafael Benjumea es nombrado director de las obras del "pantano del Chorro" y estas comienzan en 1914 con la asistencia a la inauguración del ministro de Fomento, Javier Ugarte. Tras siete años de variados problemas téc-



▶ *Central del Tajo de la Encantada y dibujo del desfiladero de los Gaitanes.*

nicos y económicos, finalizan las obras del pantano en 1921, con un embalse de 80 millones de m^3 de agua y una gran presa de gravedad de planta circular de piedra hormigonada de 50 m de altura y 160 m de coronación (recrecida en 1945-47), que costaron 12 millones de pesetas frente a los 1,9 millones presupuestados. En su construcción se utilizaron los medios más modernos, como maquinaria de primera calidad, tractores, hormigoneras, grúas y herramientas, todos eléctricos y alimentados por la central hidroeléctrica del Chorro, en fuerte contraste con un entorno campesino reacio a conceder que se pudiesen "ordenar" las aguas del río y con un curioso sistema de pago conocido como "la caña", aplicado a los porteadores de arena que trabajaban a destajo con un ejército de borriquillos de su propiedad, consistente en proporcionar al porteador la mitad de una caña rasgada longitudinalmente conservando la otra mitad el capataz y, cada vez que el borrico llegaba con su carga, se unían las dos mitades haciéndoles una incisión coincidente que iba indicando la deuda.

Nada contemplaba este proyecto sobre una posible vía de servicio para ir desde el poblado del Chorro, donde vivían unos 600 trabajadores, a las obras del pantano del Chorro, donde ya se habían instalado otros 400, por el desfiladero o por tierra, por considerarlas extensas y costosas, pero sí se construyó un apartadero del ferrocarril Bobadilla-Málaga, en el "Coscojal", entre los túneles 3 y 4 (desde Córdoba a Málaga), próximo al Gaitanejo, del que partía un trenecito eléctrico hacia la presa y la cantera para el traslado de personal y material. Los trabajadores del poblado del Chorro siguieron sin tener un medio rápido para asistir a las obras del pantano, a pesar de que ambos asentamientos se dotaban de infraestructuras para su alojamiento y mantenimiento y en El Chorro se construía un convento con una escuela anexa para los hijos de empleados y obreros de la sociedad.

Sin embargo, la publicación en la prensa de las obras del Chorro iba despertando enorme interés entre políticos, técnicos y la sociedad malagueña en general, cundiendo el deseo de visitarlas. Así, poco a poco, durante las obras del pantano el precario paso va tomando identidad propia, se estructura, amplía y deviene en un "balconcillo" corrido aferrado a la roca que se inicia unos 20 m por encima del primitivo camino de tablones, y se dota de buen apoyo, pavimento de ladrillos y cemento, barandillas y un puentecito atirantado al llegar a la Cueva del Toro para salvar el río Guadalhorce y poder tomar el tren de la línea Bobadilla-Málaga o circular por sus túneles hasta El Chorro.

Hasta nuestros días ha sido esa la zona menos deteriorada, más visitada y mejor documentada gráficamente. Además contó con alguna restauración, en 1981,

La restauración del Caminito ha recuperado el recorrido conservando, más abajo, el antiguo camino como testimonio de la ingeniería histórica

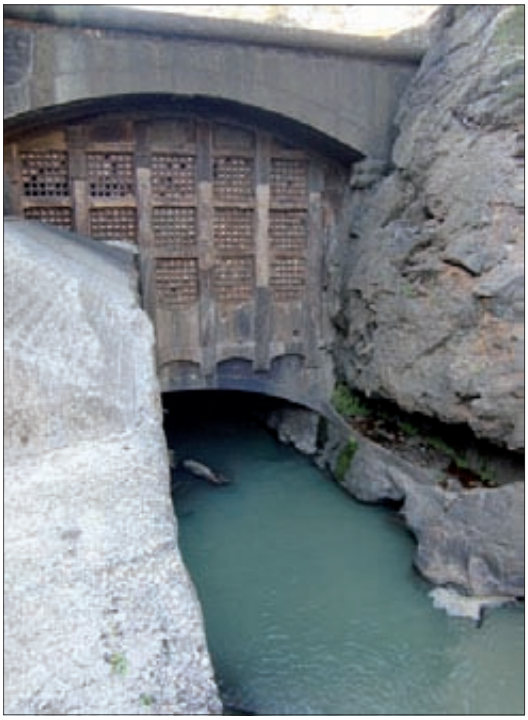
▶ *Vidriera del frontal de la presa del Salto de Gaitanejo y puente de Rivera sin balconcillo en una foto hacia 1907 (AHPM, Fondo L. Agel).*

para la visita de don Juan, padre del rey Juan Carlos I, aunque en los últimos años los tramos con grandes agujeros en el suelo por los que se veía el precipicio y el río al fondo se habían multiplicado.

Caminito del Rey

El día 21 de mayo de 1921, el rey Alfonso XIII deja el tren en la estación de Gobantes con su ministro de Fomento Juan de la Cierva y, seguidos ambos por numerosas autoridades malagueñas y guiados por Benjumea, se dirigen a las obras del pantano que, entre fiestas y alguna tormenta, se inaugura con la colocación de la última piedra en la coronación de la presa. Firma el rey el acta de recepción sobre una mesa y una silla de piedra labradas en el lugar para ese solemne acto, donde aún perduran inalterables hoy, accesibles para disfrute del visitante. A su regreso del pantano del Chorro la comitiva regia y una larga cola de autoridades se dirigen a pie al Gaitanejo y el rey recorre los 600 metros de camino hasta el puentecito de la Cueva del Toro sobre el Guadalhorce –donde invita al fotógrafo a que plasme el momento para la posteridad–, que cruza para dirigirse a la casa de Benjumea en El Chorro.

Con la inundación del camino desde Gobantes en 1972, al construirse los pantanos de Guadalhorce y Guadalteba y desviarse la nueva línea férrea Bobadilla-Málaga hacia el este de la primitiva, se perdió este acceso ferroviario, de modo que hoy en día es preciso llegar en automóvil al pantano del Conde de Guadalhorce. Desde allí se toma un camino forestal que bordea el embalse del Gaitanejo y lleva a la antigua central del mismo nombre, en desuso pero digna de ser visitada, ya en el comienzo del recorrido por el norte del desfiladero. Una vía discurre por el interior de la roca, mientras el paso primitivo permite el paseo por el borde de sus paredones, con escalerillas y descansillos para tomar buenas fotografías que transportan a otros tiempos.



Balconcillo del Chorro

La construcción del pantano del Chorro pondrá de relieve todo el genio proyectista de Benjumea que diseñará –esta vez sí en el Guadalhorce– una original presa en el Gaitanejo de 20 m de altura con su central adosada en el paramento de aguas abajo, a unos 180 m al norte de la presa de Werner, y será durante su construcción (1924-1927) cuando se produzca la fase definitiva y más impresionante del trazado del Caminito del Rey, en el que Benjumea completará el camino para comunicar la nueva central del Gaitanejo, a la entrada del desfiladero, con la primitiva central hidroeléctrica del Chorro, en el poblado, y facilitar el traslado de trabajadores y visitantes. Tal vez ya previera Benjumea el porvenir del camino como punto estratégico de singular atractivo turístico además de su utilidad.

Nace así la parte más llamativa y complicada del balconcillo: el recorrido por el tercer desfiladero, el tajo del Gaitán, a una altura de casi 100 metros del lecho del río hasta llegar al puente de Rivera, para atravesarlo por encima del canal y continuar rodeando la roca por la margen izquierda del río y luego saltar a tierra firme por un hueco entre el puente del ferrocarril y el túnel de la Falla; lugar, este último, utilizado para el acceso al Caminito del Rey por su entrada sur tras descender del tren en la estación del Chorro y continuar a pie por los túne-

les hasta la entrada por el puente de hierro para hacer el camino sur-norte y salir por el Gaitanejo.

Por este recorrido que impresiona fuertemente debido a su altura y estrechez, circulaban a diario no solo los trabajadores de las centrales sino también sus familiares para llevarles la comida a la obra y, en sentido inverso, los que habitaban en las proximidades del pantano del Chorro y tenían que ir al poblado para abastecerse o llevar a sus hijos a la escuela, o aquellos trabajadores que estaban empleados por turnos en las dos centrales, Gaitanejo y Chorro. Era un camino muy peligroso pero con bastante trasiego laboral, además de turístico, al considerarlo como punto singular en las visitas de personajes y grupos relevantes a Málaga, que recogerán los periódicos ilustrados con todo detalle dejando para la posteridad testimonio impreso y gráfico de su valor para la sociedad malagueña. Por el Caminito del Rey pasaron personajes de la política como Primo de Rivera, Julián Besteiro o Prieto; fue también visita prácticamente obligada en cursos para extranjeros, congresistas, excursiones de colegios, etc. A pesar de su deterioro paulatino, aún se conservó de forma relativamente aceptable hasta los años 70 del siglo XX; pero a partir de los años 90 el derrumbe natural de suelo y barandillas hicieron muy peligroso su paso, por lo que se prohibió circular por ellos, si bien tan solo con carteles y amenazas de fuertes multas que poco o nada arredraron a los amantes de emociones fuertes. Pero finalmente, ante una serie de accidentes, cuatro de ellos mortales, entre 1999 y 2000, se derribó gran parte de las entradas norte y sur, y se clausuraron los accesos en 2002.

Nueva restauración

La restauración integral del Caminito del Rey, tras años de avances y retrocesos sin resultado positivo debido a la variedad de instituciones estatales y particulares implicadas en su conservación y uso, y aún contando con proyectos para su rehabilitación como el del arquitecto Fernández Ordóñez (1995), se lleva a concurso por la Diputación de Málaga en 2013, tras el acuerdo con las instituciones implicadas y los informes ambientales preceptivos. La adjudicación de las obras recae en la empresa malagueña SANDO, en febrero de 2014, con un presupuesto de 2.244.101 euros y un plazo de ejecución de 10 meses, debiendo respetar los periodos de anidamiento de las múltiples aves que habitan el desfiladero de los Gaitanes y le confieren la clasificación como Paraje Natural. Las obras concluyen en el primer trimestre de 2015, inaugurándose oficialmente a primeros de abril.

El responsable del proyecto ha sido el arquitecto Luis Machuca Santacruz, que ha buscado "recuperar el recorrido, más que el camino antiguo, dejando el primitivo debajo como testimonio de arquitectura industrial histórica y procurando el menor impacto ambiental posible". Incluye la rehabilitación de 1,6 km de balconcillo más la zona del valle del Hoyo y sus accesos, así como la instalación de dos casetas de información y control en ambos extremos del recorrido. Su nuevo trazado discurre paralelo al primitivo, a mayor altura y con una construcción moderna y protegida, con suelo de 1,50 m de ancho cubierto con tablas de madera, protección con tela metálica en las barandillas y piso de cristal en algunos tramos para poder disfrutar de la dimensión real del desfiladero. El puente de Rivera ya no será de paso, pero lo será un nuevo puente colgante paralelo a él con suelo de rejilla de acero (para evitar el "efecto vela" por el viento) desde donde contemplar el fondo del desfiladero. Para aquellos que no puedan evitar el vértigo al circular por el Caminito del Rey, el proyecto incluye acondicionar un sendero-mirador forestal para contemplarlo desde las cimas del entorno. ▮

Vista de la antigua y nueva pasarela junto al desfiladero del Gaitán.

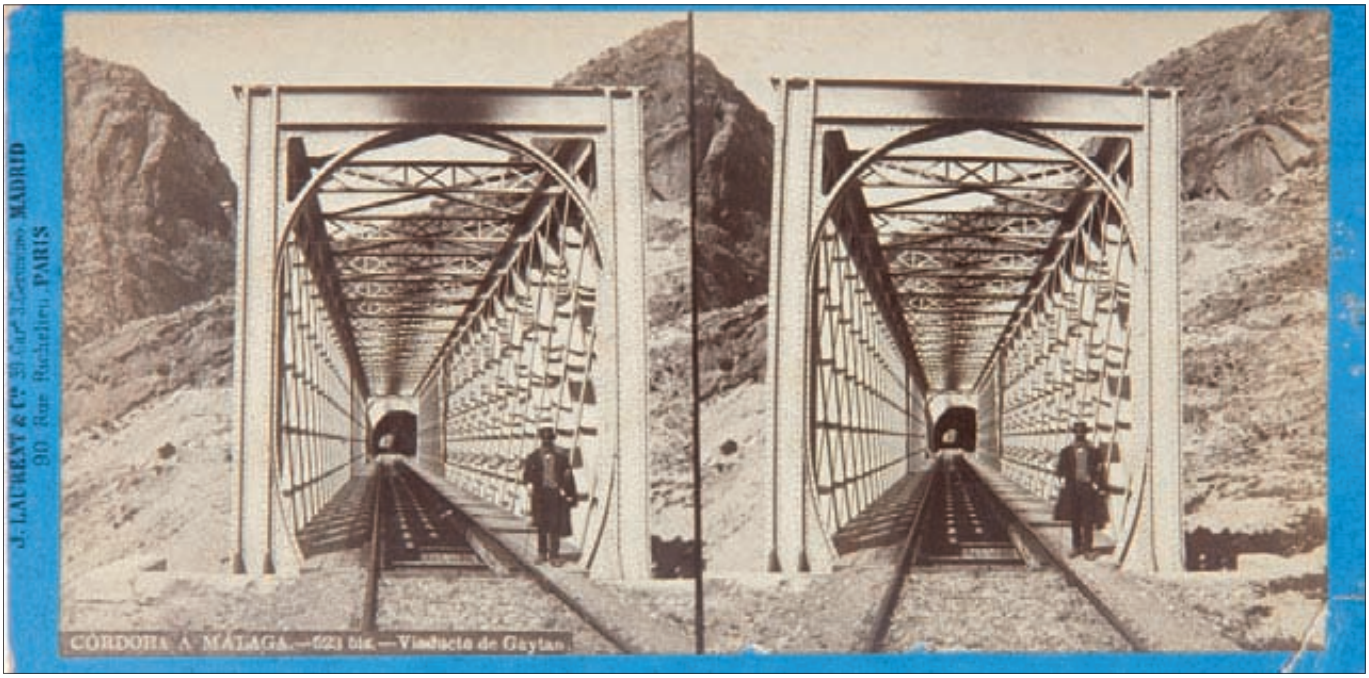
R.F.

Considerado casi unánimemente el ingeniero español más destacado de la segunda mitad del XIX, la clara inteligencia de Lucio del Valle (1815-1874) proyectó algunas de las realizaciones más sobresalientes del período, desde los tramos de Contreras en la carretera de Madrid a Valencia a la brillante serie de acueductos del Canal de Isabel II o el excepcional faro de Buda en el delta del Ebro.

▶ *Retrato de Lucio del Valle en una tarjeta de visita (Archivo Lucio del Valle). Reproducción del faro de Buda en la exposición.*

200 años del nacimiento de Lucio del Valle

La sencillez más elegante

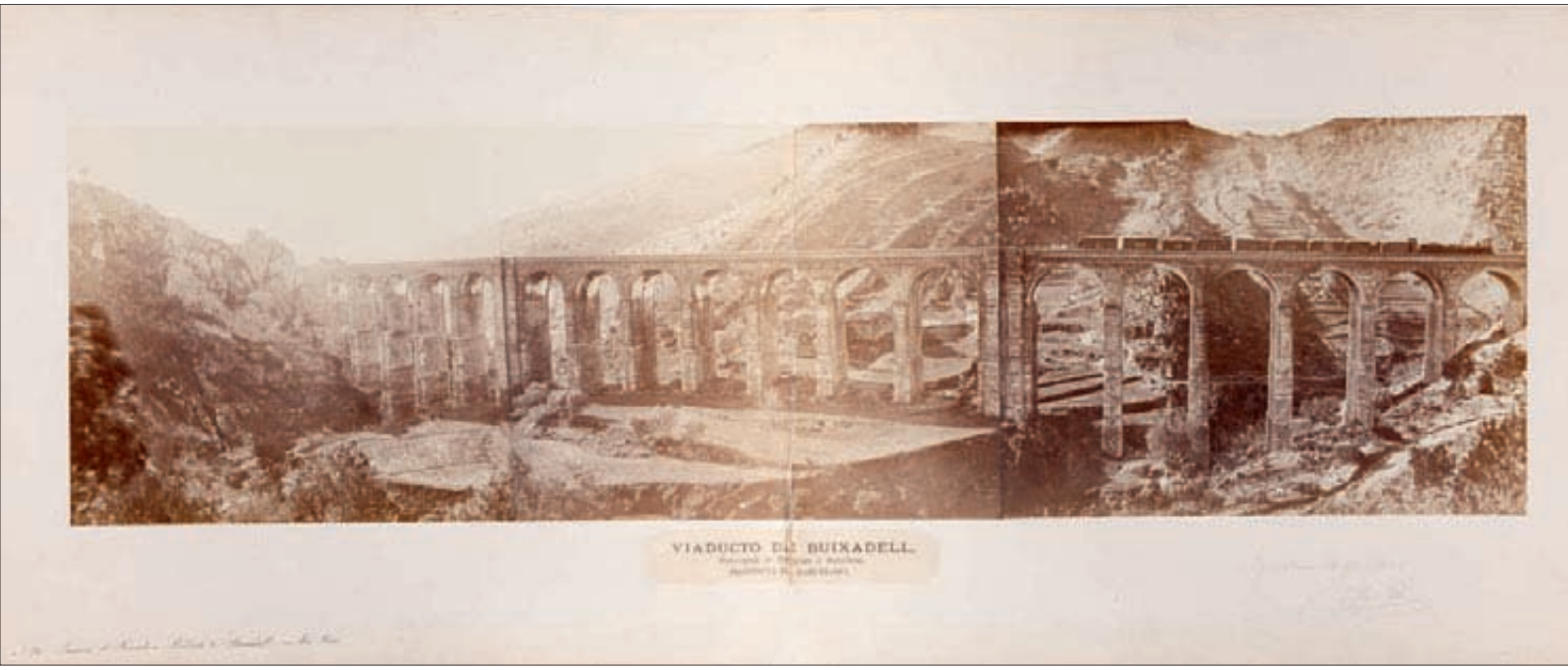


Viaducto de Gaytan. Fotografía estereoscópica de Jean Laurent, hacia 1866 (Archivo Lucio del Valle).

Coincidiendo con la tercera edición de la Semana de la Ingeniería de Caminos en Madrid, la Sala de las Arquerías del Ministerio de Fomento exhibe una completa retrospectiva de la vida y obra del ingeniero Lucio del Valle, de cuyo nacimiento (Madrid, 2 de marzo de 1815) se conmemora el segundo centenario. La exposición ha estado organizada por la Demarcación de Madrid del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos; la Cátedra Demetrio Ribes de la Universidad de Valencia, la Fundación Juanelo Turriano y el Ministerio de Fomento, y en ella han intervenido como comisarios Inmaculada Aguilar Civera y César Martínez Díaz.

Hijo de una próspera familia de comerciantes emigrados a Madrid desde el norte de España, Lucio del Valle, tras cursar diversos estudios de ciencias y lenguas, en 1834 ingresó en la Escuela de Caminos y Canales, reabierta ese mismo año en el viejo edificio de la Aduana, según señala Fernando Sáenz Ridruejo en su "Biografía y Semblanza del Ingeniero de Caminos Lucio del Valle", uno de los textos que acompañan el catálogo de la exposición. Pese a protagonizar un fallido intento de rebelión durante sus años de estudiante en la Escuela, del Valle concluyó brillantemente sus estudios en 1839 como segundo de su promoción, siendo nombrado a los pocos meses profesor de Topografía y Geodesia y ascendiendo a ingeniero ayudante 2º. Apenas un año después ingresó como arquitecto en la Academia de Bellas Artes de San Fernando y marchó destinado a Valencia como ingeniero subalterno, donde en los 10 años siguientes consolidaría una fulgurante carrera.

Fuente de la Puerta del Sol diseñada por Del Valle en 1860. Fotografía de José Martínez Sánchez (Archivo Lucio del Valle).



▶ *Viaducto de Buixadell, del ferrocarril de Zaragoza a Barcelona. Fotografía de José Martínez Sánchez (Archivo Lucio del Valle). Inauguración del Canal de Isabel II en 1858 en un óleo de Eugenio Lucas:* La traída de aguas a Madrid *(Colección particular).*

Carretera Madrid-Valencia

Durante su estancia en Valencia, Lucio del Valle participó en el proyecto y dirección de obra del tramo de Las Cabrillas, uno de los más difíciles de la carretera de Madrid a Valencia. Bajo su impulso se inició el puente sobre el Júcar y se terminó la travesía por uno de los parajes de más escabrosa topografía, el del paso del Cabriel, con las cuestas de Contreras y el puente de los cien pies, cuya clave se coronó con una lápida conmemorativa a la labor de Del Valle.

Durante esos años elaboró también los proyectos del puerto de Cullera, el de la carretera de Valencia a Cullera y realizó diversos trabajos en la acequia de Murviedro que le hicieron merecedor de la Cruz de Isabel la Católica. Del Valle supo compaginar esos trabajos con otros de naturaleza más teórica, como la redacción de una *Memoria sobre la disposición y construcción de los puentes* y el *Reglamento especial para los presidios de obras públicas*. Partidario de otorgarles un trato más humanitario, sus ideas al respecto chocaron frecuentemente con las autoridades militares.

En 1851, de regreso a Madrid, es nombrado subdirector de las obras del Canal de Isabel II, incorporándose inicialmente al equipo de José García Otero y cesando cuatro años más tarde a causa de diversas discrepancias. En 1855 recibió el encargo de inspeccionar los faros del litoral español y fue nombrado comendador de la Orden de Carlos III. También en ese mismo año, a poco de recibir el nombramiento de ingeniero jefe del distrito de Madrid, decide asumir la dirección del Canal de Isabel II, que se le ofrece tras la renuncia de García Otero.

Emblemas de Madrid

Las obras del Canal cobraron un rápido impulso bajo su dirección de modo que, apenas transcurridos tres años, se procedió a la solemne inauguración de la traída de aguas a la Corte y del Valle fue condecorado con la Gran Cruz de Carlos III. De entre todas las realizaciones allí ejecutadas le dieron especial fama los acueductos de la Sima, las Cuevas, la Retuerta y Colmenarejo. Más resistencia halló en el acabado de la presa del Pontón de la Oliva, aquejada de frecuentes filtraciones a las que no pudo poner remedio.

Del Valle compatibilizó la dirección del Canal con su responsabilidad al frente de otro proyecto capital y de-

Exposición en las Arquerías del Ministerio. Debajo, el acueducto de la Sima en una foto de Charles Clifford, 1858 (Archivo Canal de Isabel II).

finitorio para las aspiraciones de gran urbe del Madrid de mediados del siglo XIX: la reforma de la Puerta del Sol, en el que trabajó junto a otros dos ingenieros del Canal, Juan de Ribera y José Morer. Remitidas las obras al Ministerio de Fomento al verse el Ayuntamiento desbordado para avanzar en ellas, aquel las derivó a los ingenieros del Canal, recayendo en Del Valle la dirección facultativa. Tras cuatro años de trabajos, la Puerta del Sol terminó luciendo un aspecto muy parecido al actual, adornada con una gran fuente monumental en el centro de la que un feraz surtidor hacía brotar un chorro de agua del Canal cercano a los 30 m de altura. La disposición final de la plaza tuvo en general buena acogida entre la siempre quisquillosa opinión pública local, con la excepción de Fernández de los Ríos a quien la nueva plaza le pareció "media tapa de un barril de aceitunas".

Las obras de Lucio del Valle han sido consideradas como un ejemplo de sencillez y elegancia

Aquejado de fuertes dolores reumáticos, a partir de 1857 comenzó a desempeñar diversos trabajos administrativos y de tipificación de obras, tarificación de pontones y peajes, estudios técnicos y de materiales, etc. Comisionado a Francia e Inglaterra para la realización de diversos informes, recibió el encargo de realizar los proyectos para faros del delta del Ebro, destacando singularmente el de la isla de Buda, elegido para representar a España en la Exposición Universal de Viena.

.\ Académico

Su brillante carrera como ingeniero le abrió con los máximos honores las puertas del mundo académico y docente. En 1859 fue nombrado académico de número de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales y, apenas 9 años después, ocupó también asiento en la de Nobles Artes de San Fernando. En 1865 sucedió a Calixto Santa Cruz al frente de las escuelas de Caminos y de Ayudantes de Obras Públicas. Desempeñó también la presidencia de la Junta de obras de la Biblioteca Nacional desde 1869 y la de director de la Escuela de Arquitectura, cargos de los que dimitió por motivos de salud. Su fallecimiento aconteció el 17 de julio de 1874. Otro ilustre ingeniero y académico, José Echegaray, alabó así las obras del Canal que tanta fama le dieron: "Y aquel acueducto de las Cuevas que yo vi construir y casi vi proyectar es el *non plus ultra* de la sencillez y la elegancia...". ▮

Revista del Ministerio de

Fomento

VIADUCTOS SINGULARES DEL SIGLO XXI (FERROCARRIL)

MONOGRÁFICO
Julio-Agosto 2014

PVP: 6 €

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

SOLICITE SU EJEMPLAR EN TELF. : 91 597 53 85 / 53 91
Por fax: 91 597 85 84 (24 horas)
Por correo electrónico: cpublic@fomento.es

Innovación en Alta Velocidad

La innovación ha sido llevada al máximo en la Obra de Alta Velocidad entre Olmedo - Zamora, donde Ferrovial Agroman ha implantado un nuevo método de montaje de vía, aumentando significativamente el rendimiento global del proceso.

Ferrovial Agroman, ha alcanzado y mantenido un estable ritmo de montaje de vía de 4.050 metros de vía sencilla al día e incrementado el ritmo de ejecución de extendido de lecho de balasto, llegando a producciones punta de hasta 2.800 m/día.

Con el desarrollo e implantación de estas innovaciones, Ferrovial Agroman consolida y refuerza su posición dentro del ámbito de la construcción de infraestructura y superestructura ferroviarias.

ferrovial
agroman

Centro virtual de publicaciones del Ministerio de Fomento:
www.fomento.gob.es

Catálogo de publicaciones de la Administración General del Estado:
http://publicacionesoficiales.boe.es

Título de la obra: **Revista del Ministerio de Fomento n° 649, abril 2015**
Autor/Editor: Secretaría General Técnica; Centro de Publicaciones, Ministerio de Fomento
Año de edición: mayo 2015

Edición digital:
1ª edición electrónica: mayo 2015
Formato: Pdf
Tamaño: 15 MB

NIPO: 161-15-006-6
I.S.S.N.: 1577-4929

P.V.P. (IVA incluido): 1,50 €

Edita:
Centro de Publicaciones
Secretaría General Técnica
Ministerio de Fomento©

Aviso Legal: Todos los derechos reservados.Esta publicación no podrá ser reproducida ni en todo, ni en parte, ni transmitida por sistema de recuperación de información en ninguna forma ni en ningún medio, sea mecánico, fotoquímico, electrónico o cualquier otro.

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO
SECRETARÍA GENERAL TÉCNICA
CENTRO DE PUBLICACIONES

Revista del Ministerio de

Fomento

Mayo 2015 Nº 650 3 €

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

Eje Atlántico: A Coruña y Vigo, a 83 minutos de viaje

En servicio el tramo La Gorgorocha-El Portalón de la A-7 en Granada

La circunvalación sur de Elche estrena su primer tramo

La LO-20 conecta por autovía La Rioja y Navarra

El nuevo Helimer 401 completa la flota aérea de Salvamento Marítimo

Puente sobre el río Mersey en Reino Unido.
Proyecto de construcción ganador en concurso internacional.

www.fhecor.com

FHECOR Ingenieros Consultores

Madrid
Barcelona
Sevilla
Santiago de Chile
Curitiba
Washington
Dubai

Puente sobre el río Ulla en España.
Proyecto de construcción de empuje, izado y avance en voladizos.

Proyecto / Asistencia técnica / Dirección facultativa / Mantenimiento / Rehabilitación / Ingeniería de Materiales

Contenido

Director de la Revista: Antonio Recuero.

Jefe de Redacción: Mariano Serrano.
Maquetación: Aurelio García.
Secretaria de redacción: Ana Herráiz.
Archivo fotográfico: Vera Nosti.
Portada: Renfe-Patier.
Elaboración página web: www.fomento.gob.es/publicaciones. Concepción Tejedor.
Suscripciones: 91 597 72 61 (Esmeralda Rojo Mateos).
Colaboran en este número: Jesús Ávila Granados, Pepa Martín y Javier R. Ventosa.
Comité de redacción: Presidencia: Mario Garcés Sanagustín *(Subsecretario de Fomento).*
Vicepresidencia: Eugenio López Álvarez *(Secretario General Técnico).*
Vocales:, *Luis Izquierdo Labella (Director de Comunicación),* Pilar Garrido Sánchez *(Directora del Gabinete de la Secretaría de Estado de Infraestructuras, Transporte y Vivienda),* Eloísa Contín Trillo-Figueroa *(Jefa del Gabinete del Subsecretario),* Mónica Marín Díaz (*Directora del Gabinete Técnico de la Secretaría General de Infraestructuras),* Mª José Rallo del Olmo *(Jefa del Gabinete Técnico de la Secretaría General de Transportes),* Pedro Guillén Marina *(Director del Centro de Publicaciones)* y Antonio Recuero *(Director de la Revista).*
Dirección: Nuevos Ministerios. Paseo de la Castellana, 67. 28071 Madrid.
Teléf.: 915 978 084. Fax: 915 978 470.
Redacción: Teléf.: 915 977 264 / 65.
E-mail: cpublic@fomento.es
Impresión y publicidad: Comunicación y Diseño.
C/ O'Donnell, 18, 5º H 28009 Madrid.
Teléf.: 91 432 43 18. Fax 91 432 43 19.
E-mail: revistafomento@cydiseno.com
www.cydiseno.com
Dep. Legal: M-666-1958. ISSN: 1577-4589.
NIPO: 161-15-005-0

Edita:
Centro de Publicaciones.
Secretaría General Técnica
MINISTERIO DE FOMENTO

Esta publicación no se hace necesariamente solidaria con las opiniones expresadas en las colaboraciones firmadas

Esta revista se imprime en papel con un 60% de fibra reciclada postconsumo y un 40% de fibras vírgenes FSC.

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

FERROCARRIL
04
Galicia de norte a sur.
Entra en servicio el Eje Atlántico al completo entre A Coruña y Vigo.

CARRETERAS
18
Penúltimo eslabón.
Noveno tramo en servicio de los 10 de la Autovía del Mediterráneo en Granada.

CARRETERAS
26
Conexión sobre el Ebro.
La prolongación de la LO-20 en Logroño permite enlazar La Rioja y Navarra por autovía.

CARRETERAS
32
Mejora en la conectividad.
Abierta al tráfico la primera fase de la circunvalación de Elche.

12. Tiempo de despliegue.
El sistema de navegación europeo Galileo cuenta ya con ocho satélites en órbita.
38. Completo y versátil.
Sasemar amplía su flota aérea con un nuevo Helimer 401.
44. La máquina del tiempo.
Nueva temporada de los trenes turísticos de Renfe.
48. Un ingenio para el rey.
La Casa de la Moneda de Segovia y otro patrimonio industrial a orillas del Eresma.
56. Donde la vid se hace paisaje.
El Priorat, La Rioja y Utiel-Requena aspiran a su reconocimiento como Patrimonio de la Humanidad.

Cimentalia

www.cimentalia.es

Nuestros valores:

Asesoramiento
Calidad
Dedicación y profesionalidad
Compromiso y mejora continua

PREMIO 3B 2015 | Beyond Building Barcelona CONSTRUMAT | INGENIERÍA CIVIL Y URBANISMO

Eje Atlántico de Alta Velocidad
"Viaducto del Río Ulla"

Solución Ganadora en Concurso Restringido de Ideas
Proyecto Constructivo y Apoyo Técnico a la Dirección de Obra

Longitud total: 1620 m
Vanos laterales de acceso: 120 m
Vanos centrales: 225+240+225 m
Record del mundo en su tipología

ADIF - Alta Velocidad
Ministerio de Fomento
Dirección General de Ferrocarriles

IDEAM

Ingeniería de Puentes y Estructuras

Jorge Juan, 19 3º - 28001 Madrid
Tel. 91 435 8084 - e-mail: general@ideam.es
www.ideam.es

ESPAÑA ■ BRASIL ■ MÉXICO ■ PERÚ

Principales campos de actuación:

- Puentes de Carretera, Autovías, Líneas de Ferrocarril y de Alta Velocidad
- Pasarelas Peatonales
- Edificación Singular
- Rehabilitación e Inspección de Puentes y Estructuras
- Asistencias Técnicas y Direcciones de Obra

Presidente: Francisco Millanes Mato

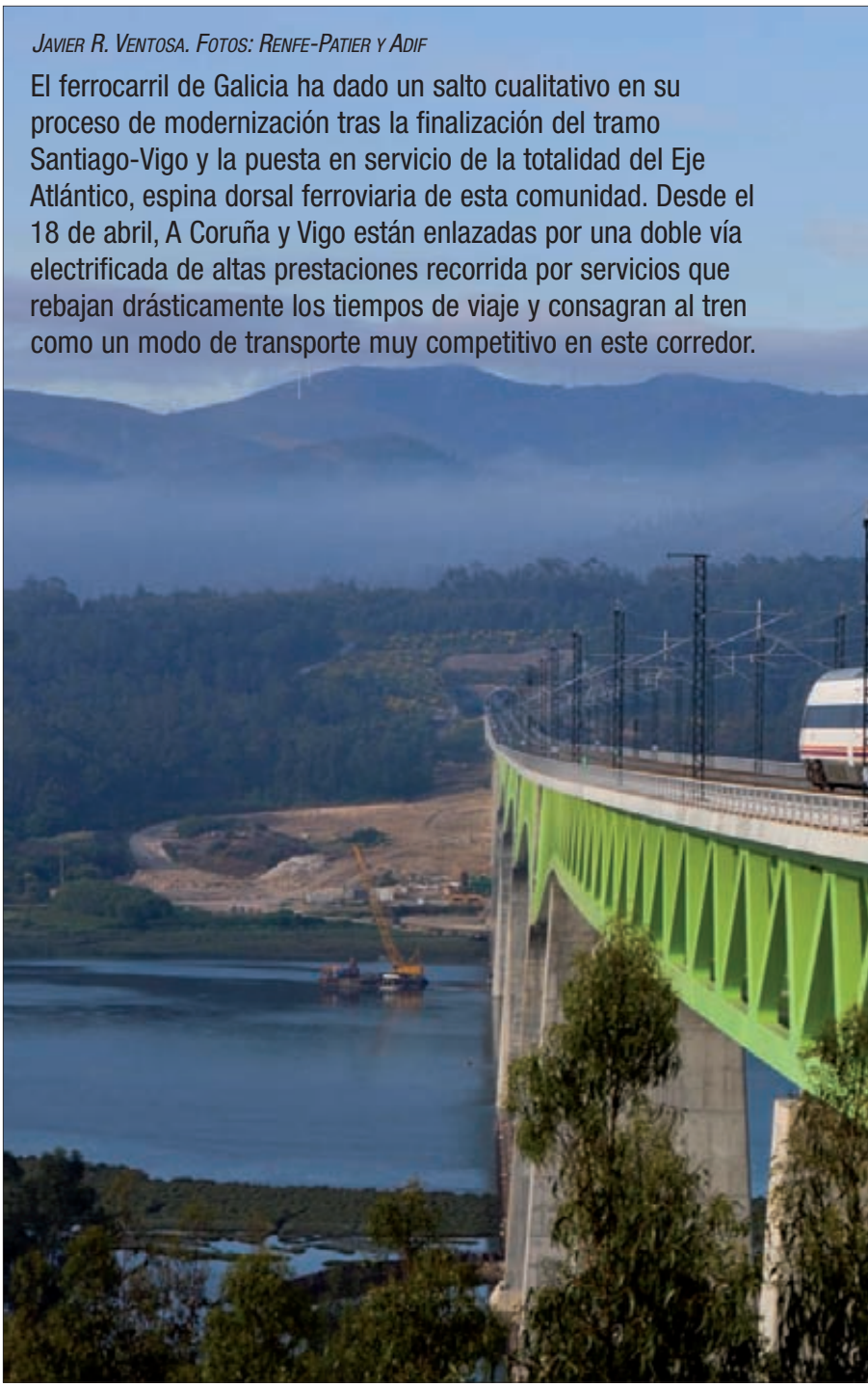
Actividades:

- Estudios Previos, Anteproyectos y Proyectos de Licitación
- Peritajes y Asesorías Técnicas
- Auscultación e Instrumentación de Estructuras
- Control de Calidad de la ejecución de estructuras
- Supervisión y Control de Proyectos y Ejecución de Obras

Director General: Luis Matute Rubio
Director de Ingeniería: Miguel Ortega Cornejo

Javier R. Ventosa. Fotos: Renfe-Patier y Adif

El ferrocarril de Galicia ha dado un salto cualitativo en su proceso de modernización tras la finalización del tramo Santiago-Vigo y la puesta en servicio de la totalidad del Eje Atlántico, espina dorsal ferroviaria de esta comunidad. Desde el 18 de abril, A Coruña y Vigo están enlazadas por una doble vía electrificada de altas prestaciones recorrida por servicios que rebajan drásticamente los tiempos de viaje y consagran al tren como un modo de transporte muy competitivo en este corredor.



Históricamente, el ferrocarril en Galicia ha estado definido por una red formada por líneas de vía única y sin electrificar que ha lastrado el transporte de pasajeros y mercancías. Esta situación está dando paso a una nueva realidad en este siglo con la construcción y entrada en servicio progresiva de nuevas infraestructuras ferroviarias destinadas a modernizar las comunicaciones interiores y exteriores de esta comunidad: primero el tramo norte Santiago-A Coruña (sin electrificar) del Eje Atlántico, en diciembre de 2009; luego el tramo Ourense-Santiago del Acceso de alta velocidad a Galicia y su conexión con el tramo norte del Eje ya electrificado, en diciembre de 2011; y ahora el tramo sur Santiago-Vigo, cuya finalización ha permitido activar el Eje Atlántico al completo, el pasado 18 de abril.

Desde esa fecha, Galicia dispone de una nueva infraestructura que actúa como espina dorsal de las comunicaciones ferroviarias norte-sur en esta comunidad, al enlazar A Coruña (al norte) y Vigo (al sur) mediante una línea de altas prestaciones de 155 kilómetros que recorre la fachada atlántica, la zona más poblada de Galicia, y mejora sustancialmente las conexiones y los tiempos de viaje entre las principales ciudades. Además, la conexión en Santiago con el tramo Ourense-Santiago del Acceso a Galicia favorece las comunicaciones de esta infraestructura con el resto de la Península. Se trata de una nueva realidad que para la ministra de Fomento, Ana Pastor, "abre un nuevo horizonte lleno de posibilidades en lo social y lo económico".

.\ Construcción

Este eje norte-sur, promovido por el Ministerio de Fomento y desarrollado en su fase final por Adif, recorta en 21,8 kilómetros el anterior trazado convencional. Su construcción se ha llevado a cabo desde 2002, fecha de inicio de las obras, en los dos grandes tramos en que se divide la línea, que han tenido ritmos de ejecución diferentes: Santiago-A Coruña (61 kilómetros), que arrancó antes, abrió a partir de 2008 los primeros tramos de vía doble y concluyó el nuevo trazado en ocho años; y Santiago-Vigo (94 kilómetros), de comienzo más tardío en su parte principal, que también ha ido inaugurando tramos sucesivos hasta su finalización y conexión con el tramo norte, con la consiguiente puesta en servicio de todo el Eje. Este tramo se ha completado con una inversión de 840 M€ en esta legislatura.

El tramo Santiago-Vigo ha sido de ejecución más compleja que el norte debido a que incluye una mayor longitud de nuevo trazado en variante y las principales estructuras y túneles del Eje, así como una nueva estación urbana de gran magnitud en Vigo. Ambos comparten las mismas características: implantación de doble vía electrificada en el corredor existente, previa mejora integral, así como en grandes variantes de trazado; vías de ancho ibérico con traviesas polivalentes adaptables al ancho UIC (la migración de ancho se realizará cuando entre en servicio el Acceso a Galicia); electrificación de tipo 25 kV a 50 Hz de corriente alterna y sistema de señalización ASFA digital. En una segunda fase se instalará el sistema ERTMS, actuación licitada por Adif en abril por 68,7 M€.

Entra en servicio el Eje Atlántico al completo entre A Coruña y Vigo

Galicia de norte a sur

▶ *Un S-121 circula sobre el viaducto del río Ulla, estructura emblemática del Eje.*

La configuración técnica de la línea permite una velocidad de proyecto de 250 km/h en amplios tramos.

.\ Beneficios

La apertura completa del Eje Atlántico, que es recorrido por trenes rápidos y por unos novedosos servicios de proximidad, aporta importantes beneficios a los usuarios en términos de seguridad y fiabilidad en las circulaciones, además de ofrecer un mayor número de frecuencias y de plazas. A ello se añade la incorporación de un moderno material móvil para los servicios rápidos, los trenes S-121, ya presentes en la relación Ourense-Santiago. Se trata de unidades de ancho variable especialmente diseñadas para cubrir los servicios de Media Distancia por vías UIC y convencionales, con una velocidad máxima de 250 km/h en las primeras y de 220 km/h en las segundas, que ofrecen 282 plazas por convoy y proporcionan mayor confort y calidad al viajero.

La nueva terminal de Vigo-Urzaiz es el origen y el final del Eje.

Pero el principal beneficio es la importante reducción de los tiempos de viaje que se logra en todos los recorridos, gran objetivo de esta infraestructura en su larga carrera contra el reloj. Desde abril, los S-121 cubren el trayecto A Coruña-Vigo en un mejor tiempo de 83 minutos, frente a los 120 minutos que se necesitaban hasta ahora. Algo similar ocurre en las demás relaciones, como Santiago-Vigo (de 95 a 55 minutos) y Vigo-Pontevedra (de 36 a 15 minutos). Estas rebajas temporales, que se reducirán aún más en el futuro, consiguen un ahorro del tiempo de viaje de hasta un 58% entre las principales ciudades, según datos de Renfe. Con ello, el ferrocarril se ha convertido en una alternativa mucho más competitiva, además de económica y sostenible, frente a otros modos de transporte (automóvil y autobús, que circulan por vías de peaje), lo que constituye todo un hito para la movilidad en el corredor A Coruña-Vigo. Los servicios que circulan por la nueva infraestructura afrontan ahora la reválida de los usuarios, aunque Renfe ya ha anticipado que espera un incremento "importantísimo" en el número de viajeros en el Eje.

.\ Características del nuevo tramo

La línea Santiago-Vigo conecta por el norte con el tramo A Coruña-Santiago y finaliza en el sur en la estación de Vigo-Urzaiz. El trazado se desarrolla por zonas rurales con núcleos de población dispersos y atraviesa también

Servicios, frecuencias y tarifas

Nueva oferta. Con la puesta en marcha del Eje Atlántico al completo, Renfe ha reordenado su oferta comercial, dividida ahora en servicios rápidos y de proximidad, con un mayor número de frecuencias. La nueva oferta aspira a superar la cifra de 2,7 millones de usuarios que en 2014 utilizaron el tren para desplazarse entre A Coruña y Vigo.

Servicios rápidos. Se trata de trenes S-121 de Media Distancia que realizan 10 recorridos diarios por sentido entre A Coruña y Vigo. Existen dos tipos: los más veloces, con parada intermedia en Santiago, Vilagarcía y Pontevedra, realizan el viaje en 80 minutos; otros se detienen además en Padrón-Barbanza, Vilagarcía, Arcade y Redondela, empleando 95 minutos. Estos servicios suponen una mejora de los tiempos de viaje de hasta un 58%, así como el incremento del número de plazas en un 40%.

Servicios de proximidad. Conectan las estaciones intermedias del corredor con los principales núcleos urbanos, lo que hace que todas las estaciones del recorrido mantengan o mejoren el número de paradas anteriores. Existe un servicio de Media Distancia que vertebra todo el itinerario A Coruña-Vigo (Guixar), con 12 paradas intermedias, en algo más de dos horas. A ello se añade un novedoso servicio con automotores diésel R-596 y R-599 para los trayectos Vigo-Pontevedra (3 frecuencias diarias por sentido), Vigo-Santiago (3) Santiago-Vilagarcía (2) y A Coruña-Vilagarcía (1), todos con paradas intermedias.

Tarifas. La mejora de los servicios ferroviarios en el Eje no supone un incremento en el precio del billete, manteniéndose las dos tarifas existentes: T4 Media Distancia para los servicios rápidos y T2 Media Distancia para los servicios de proximidad. En los servicios rápidos, el billete de ida y vuelta tiene los siguientes precios: A Coruña-Vigo (29€), A Coruña-Santiago (11,80€), Santiago-Vigo (17,80€) y Pontevedra-Vigo (5,80€). Estos precios se pueden rebajar aún más con los bonos de 10 o 40 desplazamientos. Como es habitual, Renfe estrenó la nueva infraestructura con billetes a mitad de precio.

Buena parte del tramo Santiago-Vigo es soterrado. En la imagen, boca del túnel de Redondela (2.491 metros).

zonas urbanas de importantes ciudades de la fachada atlántica: Santiago, Vilagarcía de Arousa, Pontevedra y Vigo. Buena parte del mismo discurre en grandes variantes de nueva construcción (Vilagarcía-Padrón, Vigo-Arcade, Portas) y el resto lo hace sobre el antiguo surco convencional, que ha sido modernizado. El recorrido incluye 24 túneles (que suman 39,7 kilómetros) y 24 viaductos (12,2 kilómetros), lo que supone que más del 50% del trazado es soterrado o aéreo. A lo largo del mismo existen siete estaciones, tres de nueva construcción (Vigo-Urzaiz, Redondela y Padrón-Barbanza) y el resto renovadas (Santiago, Vilagarcía, Pontevedra y Arcade). La gestión de las circulaciones, como en el resto del Eje, se realiza desde el Control de Tráfico Centralizado (CTC) de Ourense.

De norte a sur, el nuevo trazado se divide en tres grandes tramos, Santiago-Vilagarcía de Arousa, Vilagarcía-Pontevedra y Pontevedra-Vigo, cuyas principales características se desarrollan a continuación.

.\ Santiago-Vilagarcía de Arousa

El primer tramo, de unos 40 kilómetros, está formado por seis subtramos: Osebe-Santiago, Padrón-Osebe, Rialiño-Padrón, A Vacariza-Rialiño, Viaducto Río Ulla y Vilagarcía-Catoira. Los dos primeros están en explotación desde 2009 y el resto ha entrado en servicio de forma sucesiva. El trazado se inicia en la estación de Santiago y discurre hacia el suroeste por el antiguo corredor convencional hasta A Escravitude, en la provincia de A Coruña. A partir de aquí se inicia la nueva variante de Vilagarcía-Padrón, que se sitúa al oeste de la ría de Arousa, mientras la línea convencional discurre por el este. Tras salvar el cauce del río Ulla, ya en la provincia de Pontevedra, cruza la línea convencional cerca de Catoira, desarrollándose más al interior que aquella, que bordea la costa, y enfila hacia el sur hasta alcanzar la estación de Vilagarcía de Arousa.

La variante Vilagarcía-Padrón ha sido uno de los tramos más complejos del Eje Atlántico, ya que es un trazado de nueva construcción, de 26,1 kilómetros divididos en cuatro tramos, que ha requerido ejecutar una decena de viaductos, que totalizan 7,6 kilómetros, y nueve túneles, que suman 7,2 kilómetros, para salvar una compleja orografía. Seis de los túneles superan los 500 metros, destacando por su longitud los de Quinteiro (1.970 metros), Bustelo (1.438 metros) y Valicobas (1.351 metros), en los que se han instalado vía en placa en vez de sobre balasto, solución adoptada en todo el Eje para los subterráneos de más de 500 metros, lo que ofrece mayor seguridad para los usuarios en caso de evacuación y facilita las labores de mantenimiento.

Respecto a los viaductos, en la variante se disponen cinco estructuras mayores de 500 metros, entre ellas dos singulares. El viaducto que salva el río Ulla cerca de su desembocadura y delimita las provincias de A Coru-

ña y Pontevedra es la estructura principal y la más emblemática del Eje, tanto por sus magnitudes (1.620 metros de longitud), tipología (celosía mixta), presupuesto (117,4 M€), lugar de emplazamiento (el bello estuario de la ría de Arousa) o récord batido (vano central de mayor luz del mundo, 240 metros, entre los de su tipología). Su conclusión ha sido la que ha permitido la apertura del tramo Santiago-Vigo. La segunda gran estructura de la variante es el viaducto sobre los ríos Sar y Sarela, al norte de Padrón, destacable por su gran longitud, 2.411 metros, que lo convierte en el más largo del Eje Atlántico y en uno de los más largos de la red ferroviaria española. Otro viaducto notable por sus dimensiones es el de Rego do Manselle, de 915 metros, junto a la autovía AG-11.

Este tramo incluye en su recorrido tres estaciones, dos de ellas en los extremos (Santiago y Vilagarcía de Arousa) y otra intermedia de nueva construcción (Padrón-Barbanza). En Vilagarcía se ha remodelado la playa de vías, ahora equipada con cinco vías, y se han adaptado los andenes. También se ha mejorado su permeabilidad urbana con dos nuevos pasos inferiores (uno de ellos para vehículos, conecta el centro con el barrio de la Torre) y un paso superior. Por su parte, la nueva estación de Barbanza-Padrón, un edificio sencillo y funcional situado a la altura de A Escravitude, tendrá funciones de Puesto de Adelantamiento y Estacionamiento de Trenes (PAET), así como de Puesto Intermedio de Banalización (PIB). Dispone de dos vías centrales pasantes y dos vías laterales con andén.

Vilagarcía de Arousa-Pontevedra

Este tramo de casi 26 kilómetros que abandona el litoral para adentrarse por el interior se divide en cuatro subtramos: Portas-Vilagarcía, Portela-Portas, Cerponzons-Portela y Pontevedra-Cerponzons. Casi la mitad del recorrido, entre Vilagarcía y Portela, se desarrolla por la variante de Portas, un nuevo trazado al oeste de la línea convencional, que entró en servicio sin electrificar en 2007. A partir de Portela, el trazado se desarrolla en una primera parte prácticamente en variante y luego regresa al corredor convencional. Tras salvar el río Lérez en una pequeña variante, se adentra en la trama urbana de Pontevedra hasta la estación. Estos subtramos se abrieron al tráfico en 2014.

En este recorrido se han construido tres túneles en campo abierto, Lantaño (3.860 metros), Pousadeiro (2.410 metros) y San Amaro (1.152 metros), así como siete viaductos, entre los que destacan tres: Rego do Areal (770 metros), Faxil (737 metros) y sobre el río Umia (540 metros). Poco antes de adentrarse en el entramado urbano de Pontevedra, el trazado discurre sucesivamente por un túnel de 440 metros y sobre el viaducto de San Benito (171 metros), que sal-

Vista de la nueva playa de vías de la estación de Vilagarcía de Arousa.

TIEMPO DE VIAJE MEDIO, AYER Y HOY (MINUTOS)

Trayecto	Anterior	Actual	Reducción
A Coruña-Santiago	33	28	- 5
A Coruña-Vilagarcía	70	51	-19
A Coruña-Pontevedra	94	68	- 26
A Coruña-Vigo	130	83	- 47
Santiago-Vilagarcía	36	23	- 13
Santiago-Pontevedra	56	39	- 17
Santiago-Vigo	95	55	- 40
Vilagarcía-Pontevedra	23	16	- 7
Vilagarcía-Vigo	59	32	- 26
Pontevedra-Vigo	36	15	- 18

Fuente: Renfe

▶ *Los trenes S-121 realizan los servicios rápidos del Eje.*

va el río Lérez sin apoyos en el cauce. A partir de este punto se desarrolla nuevamente por el corredor existente, en el que se han dispuesto falsos túneles en el barrio de la Seca y la calle 12 de Novembre, así como pasos inferiores y pasos superiores para mejorar la integración de la traza. Estas obras han permitido suprimir tres pasos a nivel.

En la estación de Pontevedra, al sur del casco urbano, se han llevado a cabo diversas obras de remodelación en vías e instalaciones. La principal actuación ha sido la remodelación de la playa de vías, creando una nueva configuración de siete vías, dos de ellas pasantes. También se han ampliado los andenes, destinando dos de ellos específicamente a los nuevos servicios del Eje, y se les ha equipado con marquesinas, además de disponer un paso inferior, así como ascensores y escaleras mecánicas para acceder a los dos andenes principales.

.\ Pontevedra-Vigo

El tercer tramo, de unos 27 kilómetros, está formado por seis subtramos: Vilaboa-Pontevedra, Soutomaior-Vilaboa, Redondela-Soutomaior, Das Maceiras-Redondela, Vigo-Das Maceiras y Acceso Norte a Vigo. En su inicio, el trazado se dirige desde Pontevedra en dirección sur por el corredor de la N-550, salva el río Verdugo en Arcade y se sitúa en la margen oriental de la ría de Vigo. A partir de aquí abandona el corredor convencional y se desarrolla en una gran variante, acercándose a la línea existente en Redondela, para separarse de forma definitiva al sur de esta localidad. Aquí, el nuevo trazado gira hacia el suroeste y enfila el túnel de Das Maceiras hasta alcanzar la estación de Vigo-Urzáiz. La variante de Vigo-Arcade ha entrado en servicio en abril.

Más del 80% del trazado se desarrolla soterradamente, sobre todo debido a la longitud del túnel de acceso a Vigo (8.300 metros), aunque también existen otros cuatro túneles de más de 500 metros, entre ellos los de Redondela (2.491 metros) y Novelle (1.210 metros). El túnel de acceso a Vigo, que se desarrolla entre Das Maceiras (Redondela) y el centro de la ciudad olívica, es la principal obra subterránea del Eje Atlántico y una de las más largas de España. Está formado por dos tubos gemelos de vía única, paralelos y separados 30 metros entre ejes, con sección de 42 metros cuadrados y galerías transversales de emergencia cada 500 metros. En

Cabecera sur de la estación de Redondela, con configuración de PAET.

el trazado también se han construido media docena de viaductos que suman 1,7 kilómetros, entre ellos uno de más de 500 metros (O Marco, sobre las vías del ferrocarril) y otro con un emplazamiento singular (sobre el río Verdugo, en Arcade).

Respecto a las estaciones, en este tramo, antes de llegar a Vigo, se ha construido una nueva terminal en Redondela. Enclavada en la zona de Os Eidos, está mejor situada que la anterior, con los andenes situados a nivel de la segunda planta pues las vías discurren por esta zona a una cota de +7 metros. Desde el punto de vista ferroviario, la estación dispone de una configuración de PAET con cuatro vías (dos generales y dos desviadas con andenes de 200 metros, una de las cuales permite el trasvase de material a los talleres de Redondela situados en la estación convencional). Más al norte, en Arcade, se ha reformado la estación existente, que tiene configuración de apeadero, con la instalación de marquesinas, ascensores y paso inferior. En esta localidad, además, se ha construido un falso túnel para mejorar la integración urbana.

La obra más relevante del tramo, situada al final del mismo, es la terminal de Vigo-Urzaiz, que tiene función de estación-término del Eje. Se trata de una actuación en entorno urbano de gran importancia para la ciudad, que ha supuesto la construcción de una nueva terminal sobre el emplazamiento de la antigua estación, previamente demolida, con las vías situadas ahora a una cota de -15 metros para adaptarse al trazado de acceso a Vigo en túnel. Con ello, todos los trenes llegarán soterrados hasta el mismo centro de Vigo. Como infraestructura ferroviaria, este tramo de 660 metros de longitud, que conecta con el túnel de acceso a Vigo mediante un falso túnel de 180 metros, dispone de seis vías sobre placa con un entreeje mínimo de 4 metros y cuatro andenes de 400 metros, y una configuración con dobles cruzamientos para permitir el estacionamiento simultáneo de nueve trenes. Su iluminación con luz natural procede de un lucernario de 3.500 m² situado al inicio de la playa de vías y de espacios creados en el lateral de la estructura. El edificio de viajeros, de 1.330 m² de superficie, está dividido en dos plantas, y en otra planta se ha dispuesto un aparcamiento subterráneo para 160 vehículos. Las obras de la estación, por un importe estimado de 123 M€, se han prolongado durante tres años. Sobre esta estructura está previsto construir en una fase posterior la estación definitiva y un centro Vialia mediante colaboración público-privada, para lo cual se convocará un concurso público.

> Con la puesta en servicio del Eje, Renfe ha reordenado su oferta comercial, que ahora se compone de servicios rápidos y de proximidad

Pese a la entrada en servicio de esta terminal, que es la más grande de Galicia, Adif mantiene operativa la estación de Guixar, que sustituyó a la de Urzaiz mientras duraron las obras, y que ahora recibe a todos los servicios de larga distancia. ▮

C/ Uría, 15. 3º Izda.
33202 Gijón. **Asturias.**
tel.: 985 33 66 11.
fax: 985 33 44 01.
gijon@tapusa.es

C/ Albasanz, 14 bis. 2-G
28037 **Madrid.**
tel.: 91 541 20 07.
fax: 91 548 85 71.
madrid@tapusa.es

TaPusa
TABLEROS Y PUENTES S.A.
www.tapusa.es

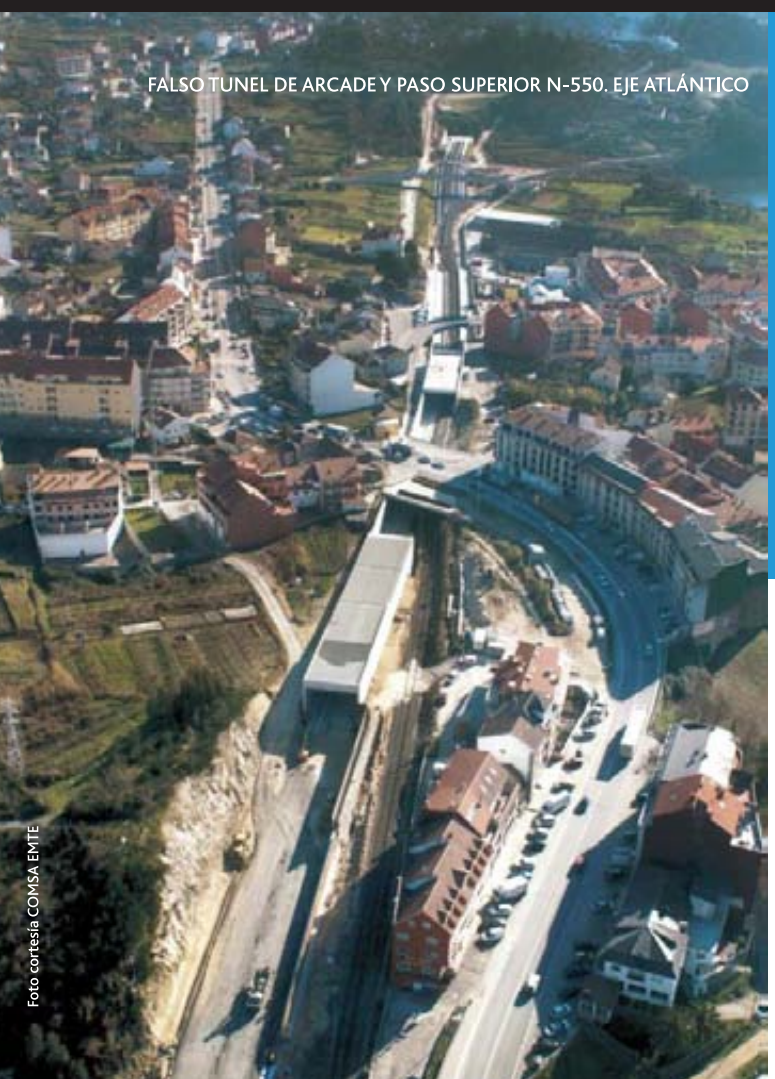

FALSO TUNEL DE ARCADE Y PASO SUPERIOR N-550. EJE ATLÁNTICO

Foto cortesía COMSA EMTE

PROYECTOS DE OBRAS CIVILES Y DE EDIFICACIÓN

- Edificios singulares e industriales
- Conducciones y encauzamientos
- Puentes, pasarelas, marcos y túneles
- Muros de contención y de sótano
- Cimentaciones especiales
- Proyectos de carreteras y urbanizaciones
- Pantallas, pilotes y tratamientos del terreno
- Asistencias técnicas a la ejecución de obra
- Informes periciales y de patología

INGECAL INGENIEROS S.L.

Director General
D. Carlos Jurado Cabañes
Dr. Ingeniero de Caminos Canales y Puertos
Tno. 91 653 13 02 / Móvil 622 93 46 02
Avda. de la Independencia 34, 4ºA
28701 San Sebastián de los Reyes (Madrid)
ingecal.ingenieros@ono.com / cjurado@ciccp.es
www.ingecalingenieros.es

El sistema de navegación europeo Galileo cuenta ya con ocho satélites en órbita

Tiempo de despliegue

R.F. Fotos: ESA-CNES-Arianespace

La Comisión Europea y la Agencia Espacial Europea (ESA) han puesto con éxito dos nuevos satélites del Sistema Galileo en órbita. En breve está previsto el lanzamiento de otros cuatro más, lo que hará posible que el sistema entre ya en el próximo año en su fase de despliegue definitivo y la prestación de los servicios tempranos Galileo en abierto comience a ser ya realidad.

Lanzamiento de la nave Soyuz con los satélites 7 y 8 de Galileo.

S. Martin

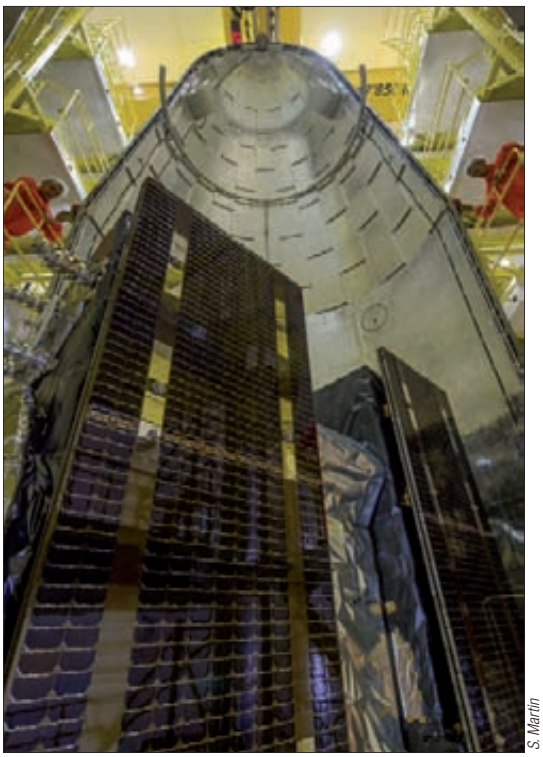
Los satélites 7 y 8 del sistema europeo de navegación Galileo alcanzaron con éxito su órbita prevista, a unos 23.500 kilómetros de altitud, el pasado 28 de marzo, sumándose a los otros seis ya lanzados desde octubre de 2011 por la Agencia Espacial Europea (ESA) desde su puerto espacial en la Guayana Francesa. Tras las correspondientes comprobaciones técnicas y ajustes de los equipos en órbita, los satélites fueron transferidos al Centro de Control de Galileo en Oberpfaffenhofen (Alemania) y al de Redu (Bélgica), desde donde se ultiman los ajustes necesarios antes de la definitiva puesta en servicio.

Antes de finales de enero de 2016, la ESA tiene previsto lanzar otros cuatro satélites más, hasta sumar un total de 12 en órbita. Con ello, según confirman los responsables del Programa Galileo, se entraría ya en la definitiva fase de despliegue de la constelación de satélites y se podría proporcionar a lo largo de 2016 una parte importante de los servicios programados, entre otros los contemplados en el servicio público gratuito, el servicio público regulado y encriptado y un servicio de Búsqueda y Salvamento.

.\ Vicisitudes

Gestado en los noventa del pasado siglo, el sistema europeo de navegación Galileo ha pasado por una larga serie de vicisitudes. Inicialmente los sucesivos fracasos en las negociaciones para auspiciar la creación de un consorcio público-privado que asumiera su desarrollo demoraron su arranque definitivo hasta 2008, año en que la Comisión y el Parlamento europeos alcanzaron el acuerdo para financiarlo con fondos comunitarios. Tras los lanzamientos de los cuatro primeros satélites y ya durante la fase de validación en órbita del sistema, se comprobó que solo tres de ellos eran plenamente operativos mientras que otro no ofrecía garantías en la señal debido a fallos en la antena. Finalmente, en agosto

G. Barbaste


S. Martín

▶ *Exterior e interior de satélites Galileo.*

Participación española

Además del segmento espacial, el sistema de navegación Galileo cuenta con una potente infraestructura terrena. Junto a una extensa red de estaciones de referencia distribuidas a lo largo y ancho del globo y los dos grandes centros de control en Alemania e Italia, donde entre otras misiones se lleva a cabo la validación de datos, Galileo cuenta con otra serie de centros especializados, entre ellos el Centro de Servicios Loyola de Palacio, en Torrejón de Ardoz (Madrid), adscrito al Ministerio de Fomento. En la actualidad el Centro Loyola de Palacio realiza diversas tareas de apoyo técnico en coordinación con los otros centros Galileo y, en breve, cuando comiencen a ofrecerse los primeros servicios abiertos, se constituirá en el único interfaz o soporte de los servicios Abierto, Comercial y Safety of Life (aquellas aplicaciones específicas para emergencias en los sistemas transporte que implican algún riesgo para las personas).

En el desarrollo tecnológico de Galileo participa asimismo un importante número de empresas españolas, integradas en el consorcio Galileo Sistemas y Servicios. Entre otras: Aena, Indra, Airbus España, Sener, Alter Technology, Elecnor Deimos, GMV, iberespacio, Rymsa Espacio y Thales Alenia Space España.

▶ *Satélites Galileo: Infografía del Galileo en el espacio, montaje de un satélite y sobre un Soyuz.*

H. Rouffie

P. Piron

del pasado año, los satélites 5 y 6 no alcanzaron la órbita prevista, al parecer a causa de la diferencia de temperatura en dos tubos de líquidos próximos en el cohete Soyuz que indujeron fallos en el sistema de control de la altitud del lanzador. Los equipos técnicos de la ESA y de los centros de control están trabajando en las necesarias correcciones y ajustes y se muestran optimistas de cara a conseguir si no la plena operatidad de esos dos satélites, sí al menos rendimientos próximos al 90%.

Con vistas a los próximos dos lanzamientos, previstos para los meses de septiembre y diciembre de este mismo año o enero de 2016, la idea inicial es seguir utilizando cohetes Soyuz para dar paso a continuación al uso de cohetes europeos Ariane 5, que pueden acoger y poner en órbita hasta 4 satélites en cada lanzamiento en lugar de solo 2 como los Soyuz. Con anterioridad a ese transcendental paso, que permitirá que el despliegue en órbita de Galileo avance ya a velocidad de crucero, la ESA dará comienzo a una intensa fase de pruebas y puesta a punto de los Ariane 5. El objetivo marcado es tener 30 satélites en órbita en 2020, de los que al menos 24 estén siempre operativos y otros 6 estén disponibles como reserva o recambio en caso de fallos en alguno de ellos.

.\ Potencial incalculable

Concebido para garantizar la independencia tecnológica europea en un sector tan estratégico como el de GNSS, el sistema de navegación Galileo está orientado hacia un uso civil y se le ha dotado de características que lo pueden hacer compatible y también interoperable con el GPS norteamericano y el Glonass ruso, tras los acuerdos logrados desde la UE con ambos países. En total, las inversiones dedicadas por la UE hasta 2020,

G. Barbaste

▶ *Lanzamiento de un cohete Soyuz, encargado de poner en órbita los satélites Galileo.*

fecha prevista para que el sistema de navegación Galileo alcance la plena operatividad, se estiman en torno a los 10.000 M€, pero el retorno económico se cree que multiplicará por 10 esa cantidad.

En marzo pasado la Agencia Europea de Sistemas de Navegación Global por Satélite (GSA) dio a conocer su cuarta edición del estudio de mercado de las tecnologías y aplicaciones de los sistemas de navegación por satélite (GNSS) y, entre sus estimaciones, destaca singularmente el crecimiento previsto del mercado de dispositivos móviles multifunción, como los *smartphones*, que incorporan servicios basados en localización, que pasará de los 1.100 millones de unidades en 2013 a los 2.500 millones en 2023.

Los dispositivos para móviles y navegadores GPS representarán la mayor parte de los servicios asociados a Galileo

Este tipo de servicios y los navegadores GPS para automóviles representarán muy probablemente el 90% de los mercados de los sistemas de navegación por satélite como Galileo. Pero en el mundo global de las telecomunicaciones, donde el volumen de información y la generación de datos se duplica cada dos años, la realidad es tan cambiante que los pronósticos, incluso a corto o medio plazo, muy a menudo se ven superados. Y en este sentido, el propio informe de la GSA apunta a diversos aspectos de las telecomunicaciones en fase de desarrollo aún incipiente pero que muy pronto pueden dar un vuelco a todos los pronósticos respecto al potencial volumen de negocio de los sistemas de navegación: el desarrollo de las *smart cities* y la optimización de sus sistemas de gestión, movilidad, servicios y/o recursos; y el ya denominado Internet de las cosas o IoT (*Internet of Things*), por sus siglas en inglés, que comprendería la identificación de objetos a distancia mediante radiotransmisores y su seguimiento y gestión desde los equipos adecuados, un mercado al que las primeras estimaciones asignan un valor potencial cercano a los 300.000 millones de dólares en la próxima década. ▮

thalesgroup.com

Soluciones de Transporte

En cualquier lugar, cumplimos con lo importante

SATISFACCIÓN DEL PASAJERO
Ofreciendo información en tiempo real y garantizando la seguridad

SEGURIDAD EN EL TRANSPORTE
Automatización de las decisiones críticas para eliminar errores humanos

PROTECCIÓN DE LOS INGRESOS
Soluciones innovadoras para asegurar sus ingresos

CAPACIDAD EN LA RED
Mejora de la circulación mediante señalización automatizada para una frecuencia de trenes óptima

EFICIENCIA OPERATIVA
Garantizando la optimización de la gestión de redes con una inversión mínima

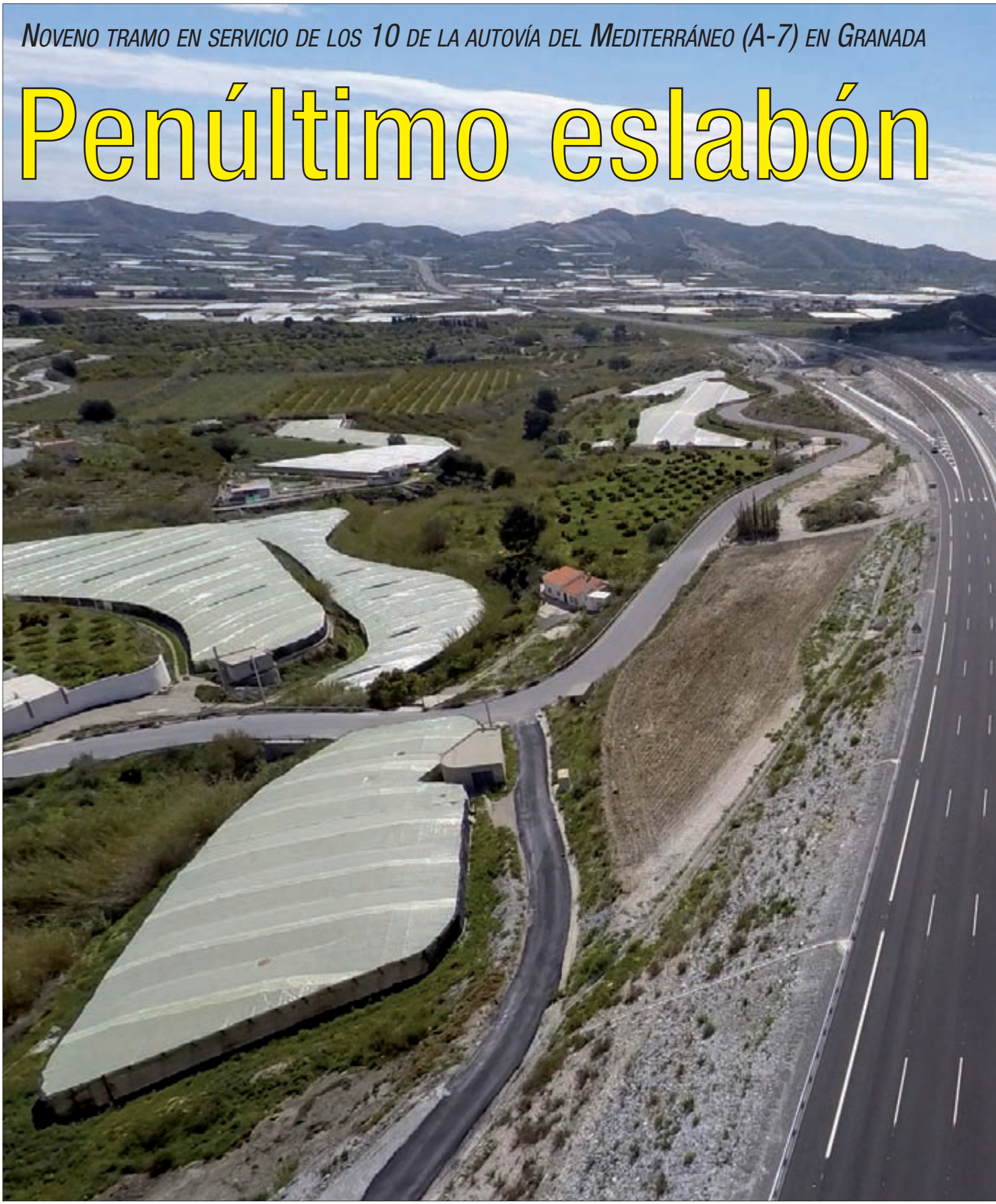
FLUIDEZ EN LOS VIAJES
Sistemas de tarifa única para todos los modos de transporte

Millones de decisiones críticas se realizan a diario en transporte. La capacidad para operar estas redes sin contratiempos y de forma eficiente es crucial para el crecimiento económico y la calidad de vida. Thales se encuentra en el centro de esto. Diseñamos, desarrollamos y dotamos equipos, sistemas y servicios proporcionando soluciones de-extremo-a-extremo. Nuestra tecnología integrada aporta soluciones, permitiendo a nuestros clientes y a los usuarios finales obtener respuestas más eficaces en entornos críticos. Juntos, en cualquier lugar marcamos la diferencia con nuestros clientes.

THALES
Together • Safer • Everywhere

Noveno tramo en servicio de los 10 de la autovía del Mediterráneo (A-7) en Granada

Penúltimo eslabón



Javier R. Ventosa. Fotos: DCE Andalucía Oriental.

El objetivo de conectar mediante una vía de alta capacidad todo el litoral andaluz desde Almería a Cádiz es ya prácticamente una realidad tras la puesta en servicio del recorrido La Gorgoracha-El Puntalón, noveno tramo operativo de los diez que forman la autovía del Mediterráneo (A-7) en la provincia de Granada. El Ministerio de Fomento ha destinado más de 148 M€ a este tramo, que permite la conexión de la ciudad de Granada con Motril y su puerto.

El nuevo tramo, abierto al tráfico el pasado 30 de marzo por el secretario de Estado de Infraestructuras, Transporte y Vivienda, Julio Gómez-Pomar, es un paso casi definitivo para finalizar la autovía del Mediterráneo (A-7) en Granada. Entre las prioridades del Ministerio de Fomento en materia de carreteras para la presente legislatura figura el cierre de este estratégico itinerario costero, que unirá por una vía de gran capacidad las ciudades andaluzas de Málaga, Motril y Almería, y sus costas del Sol, Tropical y de Almería, que albergan importantes centros urbanos, turísticos y hortofrutícolas. Y con ese objetivo, en los últimos tres años y medio ha puesto en servicio cinco tramos (37,2 km), tras realizar una inversión de 664 M€.

El nuevo tramo discurre por una zona de invernaderos de plástico de la Costa Tropical granadina.

Los seis nuevos kilómetros del tramo La Gorgoracha-El Puntalón (el subtramo formado por la GR-16 o acceso Este al puerto de Motril, de 3,1 kilómetros, se abrió al tráfico en marzo de 2014) son, por tanto, el penúltimo esfuerzo para finalizar el itinerario Nerja-Albuñol (74,3 kilómetros), una de las obras más complejas y costosas de la Red de Carreteras del Estado debido a la difícil orografía del terreno que atraviesa. Actualmente están en servicio nueve de sus diez tramos, restando únicamente el recorrido Carchuna-Castell de Ferro, que se abrirá tras el verano. Será entonces cuando el corredor litoral de la A-7, que ya une la mayor parte de los 1.440 kilómetros entre Abrera (Barcelona) y Algeciras (Cádiz), pueda recorrerse sin interrupciones en Andalucía, Región de Murcia y casi toda la Comunidad Valenciana, quedando pendientes para cerrar este gran itinerario tres tramos al norte de Castellón y algunos más en Tarragona y Barcelona, que suman unos 200 kilómetros.

Efectos de la apertura

El nuevo tramo cierra por el este la variante que la A-7 traza en torno a Motril, localidad que bordea por el norte, mientras la carretera N-340 a la que sirve de alternativa lo hace por el sur. Este recorrido funciona como intercambiador de tráfico entre las autovías del Mediterráneo (A-7) y de la Costa Tropical-Sierra Nevada (A-44), unidas por una confluencia-bifurcación, permitiendo que todos los movimientos de tráfico sean directos. Con ello se configura una alternativa mucho más rápida, cómoda y segura frente al tránsito por la N-340, consiguiendo que los 23.700 vehículos que circulaban a diario por esta vía en sentido este-oeste a la altura de Motril –de los cuales 1.458 son de tipo pesado– se vean beneficiados por esta nueva infraestructura, a la que han comenzado a trasvasarse de forma progresiva.

Autovía del Mediterráneo (A-7). Tramo Nerja-Albuñol

Tramo	Longitud (km)	Estado
Nerja-La Herradura (Almuñécar)	9,5	En servicio
La Herradura-Taramay (Almuñécar)	9,1	En servicio
Taramay-Lobres (Salobreña)	7,8	En servicio
Lobres-Guadalfeo	2,3	En servicio
Guadalfeo-La Gorgoracha	4,7	En servicio
La Gorgoracha-El Puntalón (Motril)	6,1*	En servicio
El Puntalón (Motril)-Carchuna	6,1	En servicio
Carchuna-Castell de Ferro	10,2	En ejecución
Castell de Ferro-Castillo de Baños (Polopos)	3,6	En servicio
Castillo de Baños (Polopos)-Albuñol	14,9	En servicio

* Además se han construido 3,1 km de la GR-16

Fuente: Demarcación de Carreteras del Estado en Andalucía Oriental

Enlace de la carretera N-340 con la GR-16.

Enlace de Puntalón en la GR-16.

Autovía de oportunidades

La progresiva configuración de la autovía A-7 en Granada ha abierto nuevas expectativas en la Costa Tropical granadina. El histórico aislamiento de esta comarca, que durante años solo se podía atravesar por la veterana y zigzagueante carretera N-340, muy próxima a un litoral de múltiples acantilados, ha dado paso a una nueva realidad con la moderna autovía A-7, infraestructura más alejada de la costa y con parámetros de alta capacidad, que favorece la movilidad de personas y mercancías. A medida que se han ido abriendo tramos de la A-7, las comunicaciones en este rincón del litoral mediterráneo han dado un salto cualitativo y las distancias se han acortado. También han desaparecido las retenciones que se producían, sobre todo en periodo estival, en los municipios atravesados por la N-340 (Almuñécar, Velilla-Taramay, Torrenueva, Calahonda). La mejora de las condiciones de circulación ha beneficiado sobre todo a la industria turística y al sector hortofrutícola, así como al puerto de Motril, que esperan que la conclusión de la autovía potencie aún más las ventajas de seguridad, rapidez y comodidad que ya ofrece todavía inacabada. Tanto alcaldes como empresarios de la zona consideran que la unión del litoral granadino por la A-7 está ayudando al desarrollo de los núcleos urbanos de la Costa Tropical y mejorará las perspectivas para trabajar en la proyección turística conjunta de la zona.

Su apertura al tráfico, además, ha provocado dos efectos relevantes sobre la movilidad en la zona. Por un lado, permite enlazar la ciudad de Motril con la autovía A-44, lo que establece por primera vez la conexión directa de alta capacidad, más rápida y segura, entre este municipio y la capital granadina. Y por otro, a través de la GR-16, ha completado el enlace del puerto de Motril con la A-7, permitiendo ahora todos los movimientos en dirección Granada y Málaga, y no solo hacia Almería como hasta ahora. El puerto, además, ha abierto un acceso por el muelle de las Azucenas para mejorar la conectividad con la red vial. Este nuevo enlace de alta capacidad dará una mejor salida a las mercancías de esta dársena por la A-7 y potenciará la proyección de este puerto de interés del Estado, además de reducir el tráfico pesado por el entorno y los barrios cercanos al mismo. “Motril se ha convertido en un puerto sin semáforos, lo que es excepcionalmente positivo para el tráfico de mercancías”, afirmó el presidente de la Autoridad Portuaria tras la puesta en servicio del tramo.

El presupuesto de inversión en esta obra asciende a 105,1 M€, cantidad que sumada al coste de redacción del proyecto, al importe estimado de las expropiaciones y a la asistencia técnica para el control y vigilancia de la

▶ *Desmonte en los p.k. 7+800 y 8+200, uno de los que más problemas ha dado durante la fase de obra.*

obra arroja una inversión total de 148,1 M€. Las obras han tenido financiación de los Fondos FEDER de la Unión Europea. El tramo ha sido construido por la empresa Corsán-Corviam Construcción y la asistencia técnica ha corrido a cargo de la consultora pública Ineco.

.\ Características y trazado

El nuevo tramo presenta las características geométricas de una autovía de última generación, con radios mínimos de 850 metros, pendiente máxima del 6% y una velocidad de proyecto de 100 km/h. La sección del tronco está formada por dos calzadas de dos carriles de 7,00 m de anchura en la calzada derecha y de tres carriles de 10,50 m de anchura en la calzada izquierda, ambas con arcenes exteriores de 2,50 m e interiores de 1,00 m, separadas por una mediana de 3 m de anchura. La sección de firme del tronco, apoyado sobre una explanada de suelo estabilizado S-EST3, está formada por una capa integrada por una subbase de 25 cm de zahorra artificial y 25 cm de mezclas bituminosas en caliente (3 cm de BBTM 11 en capa de rodadura, 7 cm de AC 22 bin en capa intermedia y 15 cm de AC 22 base en capa base).

El trazado tiene una longitud aproximada de 6 kilómetros (excluido el subtramo de la GR-16) y se desarrolla en su totalidad por el término municipal de Motril. Su recorrido arranca a unos 3 kilómetros al norte de Motril, en la confluencia-bifurcación de las autovías A-7 y A-44, donde conecta a su vez con el tramo siguiente en servicio de la autovía del Mediterráneo, Lobres-La Gorgoracha. En

sus primeros metros discurre en ascenso hasta el Cortijo del Hambre, y desde aquí comienza a bajar con curva a izquierdas de radio 1.500 metros para llegar en recta al barranco de las Provincias, que es atravesado por el viaducto del mismo nombre, de 262 metros de longitud.

Hacia el p.k. 8+144 comienza a girar a derechas con radio 850 metros hasta el p.k. 9+208, cruzando sucesivamente los barrancos de Pontes 1 y Pontes 2 mediante sendos viaductos de 152 y 216 metros de longitud, respectivamente, dejando Motril a la derecha de la traza. A continuación, el trazado en alzado sigue bajando con pendiente variable de 0,5% a un máximo de 6%, mientras en planta se proyecta una sucesión de curvas a izquierdas y derechas, las dos primeras de radio 1.500 metros y la siguiente de radio 1.400 metros, dejando a su paso por la margen derecha el barranco de Ibartanollo y por su margen izquierda La Unera y el cerro del Chillón. El trazado finaliza en el enlace de Motril, puesto en servicio junto al tramo contiguo de la A-7 Motril (Puntalón)-Carchuna, y donde se inicia la GR-16 que da acceso a Motril y a su puerto.

Para permitir la permeabilidad territorial de la autovía, se han repuesto 35 carreteras y caminos. Además se han ejecutado 4 pasos de mediana

A lo largo del tramo se han construido tres viaductos, todos ellos con la misma solución estructural para el tablero: cajones de hormigón pretensado *in situ*, siendo unicelulares en el caso de la calzada derecha y bicelulares en la izquierda, de 3 metros de canto, construidos mediante cimbra porticada, ejecutándose un vano cada vez, y con cimentaciones mixtas. El único paso superior es el construido en el p.k. 7+280, además de los ejecutados sobre la glorieta del enlace de Motril, en el que la solución utilizada ha sido la de tableros de losa ejecutada *in situ* con una luz de 38,8 metros en el eje del trazado. Todas las estructuras del tramo, al encontrarse en una zona de potencial sismicidad, se han diseñado teniendo en cuenta las normas de construcción sismorresistente.

Por otra parte, y para permitir la permeabilidad territorial de la autovía, en el tramo completo (A-7 y GR-16) se han repuesto un total de 35 carreteras y caminos. Asimismo, se han ejecutado cuatro pasos de mediana en el tronco de la autovía.

Unidades de obra

Movimiento de tierras y firme	
Excavación clasificada	6.240.538 m^3
Terraplén zonificado	3.543.529 m^3
Escollera	191.719 m^3
Configuración de vertedero	2.055.837 m^3
Suelo adecuado	258.859 m^3
Suelo estabilizado	104.967 m^3
Zahorra	94.093m^3
M. B. C.	164.827
Viaductos	
Hormigón	18.344 m^3
Acero pasivo	2.087.345 kg
Acero activo	404.692 kg

Los viaductos de Pontes I y Pontes II salvan dos barrancos sucesivos.

Soluciones a los problemas geotécnicos

La construcción de este tramo de autovía ha estado condicionada en su fase de ejecución por distintas vicisitudes que han alterado sensiblemente los plazos de entrega. Buena parte de ellas tiene su origen en los importantes problemas geotécnicos aparecidos en el trazado, una característica común a la mayor parte de tramos de la A-7 en la costa de Granada. Entre estos destacan dos: los deslizamientos de tierra producidos en los desmontes con orientación sur-suroeste por tener los ángulos de buzamiento favorables al desmonte, siendo los más importantes los situados entre los p.k. 6-500 al 6+800 y p.k. 7+800 al 8+300 aproximadamente; y la presencia de materiales de excavación de muy baja calidad geotécnica, en su mayor parte filitas. Para afrontar estos problemas que afectan a la seguridad, se ha desarrollado un amplio paquete de soluciones técnicas, entre las que destacan las siguientes: tendido de taludes en desmonte y terraplén; ejecución de tacones de escollera en los desmontes más problemáticos; ejecución de pies de pedraplén y escollera en los terraplenes; realización de la excavación clasificada por tipología de material en función de su grado de alteración por el metamorfismo sufrido; ejecución de terraplenes con zonificación transversal en función de los materiales extraídos de la excavación; adecuación de la explanada a la normativa vigente y a la calidad de los materiales disponibles en la zona; y refuerzo de los taludes mediante armado con geocompuestos. Su aplicación ha eliminado o minimizado las causas de los problemas, ofreciendo las máximas garantías a la infraestructura.

Medidas ambientales

La inversión en la adopción de medidas correctoras y compensatorias del impacto ambiental de este tramo se ha elevado a 1,4 M€. Entre las medidas de integración ambiental llevadas a cabo destacan la revegetación de los taludes de terraplén y desmonte, así como de otras superficies de las márgenes de la autovía (fajas de expropiación adicionales, plataformas de enlaces, glorietas e isletas), mediante el extendido de casi 300.000 m^3 de tierra vegetal, además de hidrosiembra y plantación de 331.561 m^2 de superficie. Asimismo, para minimizar el impacto acústico de la autovía, se han instalado 1.800 m^2 de pantallas antirruido en varios puntos del trazado.

En el ámbito de la protección de la vegetación y la flora, una actuación singular ha sido el desarrollo de un plan de protección de ejemplares de arto (*Maytenus senegalensis europea*), especie autóctona de esta zona de la costa granadina, presente en otros tramos de la autovía del Mediterráneo, y que se encuentra protegida por la legislación autonómica. Asimismo, se ha adecuado un paso inferior y realizado cinco obras de drenaje transversal para el tránsito de fauna; también se ha acometido el drenaje longitudinal para el escape de pequeños vertebrados.

Revista del Ministerio de

Fomento

VIADUCTOS SINGULARES DEL SIGLO XXI

(CARRETERAS)

MONOGRÁFICO
Julio-Agosto 2013

PVP: 3 €

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

SOLICITE SU EJEMPLAR EN TELF. : 91 597 53 85 / 53 91
Por fax: 91 597 85 84 (24 horas)
Por correo electrónico: cpublic@fomento.es

La prolongación de la LO-20 en Logroño permite enlazar La Rioja y Navarra por autovía

Conexión sobre el Ebro

Javier R. Ventosa. Fotos: DCE La Rioja

El Ministerio de Fomento ha puesto recientemente en servicio dos relevantes actuaciones en el entorno de Logroño que han propiciado la conexión de alta capacidad entre La Rioja y Navarra, además de mejorar la movilidad en dos de las principales vías que discurren al sur de la ciudad (circunvalación LO-20 y carretera nacional N-232). La inversión en las nuevas infraestructuras se ha elevado a 91,3 M€.

Las nuevas actuaciones fueron inauguradas el pasado 30 de marzo por el presidente del Gobierno, Mariano Rajoy, quien las enmarcó como obras de carretera útiles y necesarias que permiten "acercar personas, vertebrar las regiones y abrir un cauce para impulsar intercambios en beneficio de todos", poniendo de relieve que constituyen "un elemento clave" para la competitividad del país. En el acto de apertura de los nuevos tramos estuvo acompañado por el presidente del Gobierno de La Rioja, Pedro Sanz, la ministra de Fomento, Ana Pastor, y el consejero de Fomento de la Comunidad Foral de Navarra, Luis Zarraluqui.

La construcción de ambas infraestructuras, que suman 6,5 kilómetros y se desarrollan en territorio de las comunidades autónomas de La Rioja y Navarra, está recogida en el convenio de colaboración suscrito por el Ministerio de Fomento y el Gobierno Foral de Navarra en enero de 2009. Las principales actuaciones contempladas en ese convenio eran tres: la prolongación de la autovía de circunvalación de Logroño (LO-20) hasta el enlace de Recajo, la conexión de la LO-20 prolongada con el tramo navarro de la autovía del Camino (A-12) –ahora finalizadas– y la conexión de la LO-20 y la carretera N-232 con la autopista AP-68 –en desarrollo–.

Objetivos de la obra

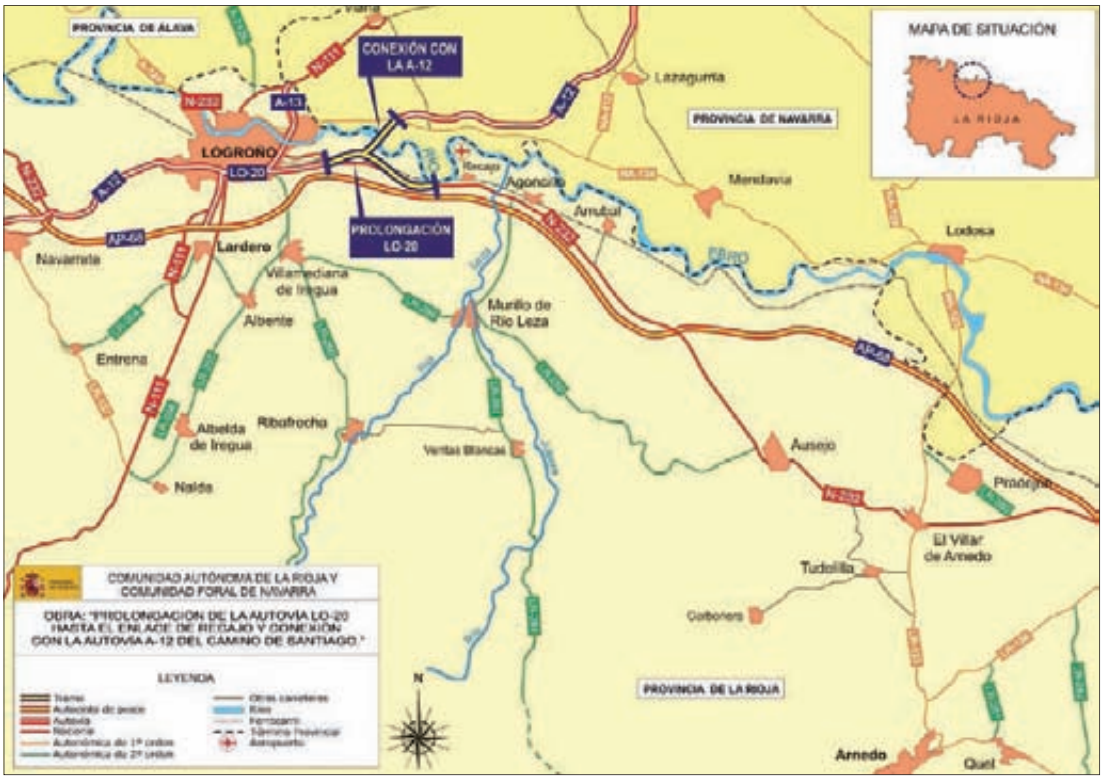
El objeto de las dos actuaciones ya abiertas al tráfico es doble. Por un lado, con la prolongación de la circunvalación LO-20 en un tramo de 4 kilómetros, comprendido entre el enlace de Recajo y el polígono industrial de la Portalada, cerca de Logroño, se ha creado una nueva alternativa de alta capacidad más rápida y segura para los cerca de 20.000 vehículos que diariamente transitaban por la carretera nacional N-232 en ese tramo, muchos de ellos pesados. Con ello se descarga a esta vía de tráfico y se mejora la movilidad general en toda la zona.

Y por otro, la unión entre la LO-20 prolongada y el tramo navarro de la autovía A-12, de 2,5 kilómetros de longitud, es un elemento clave para la vertebración territorial, ya que establece la conexión completa de alta capacidad entre Navarra y La Rioja, un hito simbolizado por el nuevo puente sobre el río Ebro. Esta actuación no solo completa el itinerario Pamplona-Logroño (78 kilómetros) a través de la autovía del Camino, sino que da continuidad a los tramos navarro y riojano de

▶ *Prolongación de la LO-20, con la mayor pérgola del tramo sobre la vía férrea, y enlace con la autovía A-12, con el puente sobre el Ebro delimitando la frontera entre La Rioja y Navarra.*

esta infraestructura, que se desarrollan en ambos extremos de la LO-20, concluyendo el itinerario entre Pamplona y el límite de La Rioja con Burgos (unos 130 kilómetros). Además, este breve tramo crea un nuevo camino mucho más atractivo para los tráficos de largo recorrido entre Navarra y La Rioja a través de la A-12, autovía que hasta ahora finalizaba en una carretera autonómica navarra de un único carril por sentido, que luego atraviesa zonas industriales de Logroño, con numerosas glorietas. Con esta conexión se posibilita que un automovilista pueda circular ininterrumpidamente por vías de alta capacidad entre Logroño y Francia.

La inversión global en ambas actuaciones ha sido de 91,26 M€. La mayor parte de esa cantidad corresponde al contrato de obras, que asciende a 80,28 M€, a la que hay que sumar el coste de la redacción del proyecto de construcción, el importe estimado de las expropiaciones y el coste de la asistencia técnica para el



control y la vigilancia de la obra. La parte principal de la inversión ha sido asumida por el Ministerio de Fomento, mientras que la parte de la obra desarrollada en Navarra ha sido financiada por el Gobierno Foral (unos 20,3 M€), que también ha pasado a explotar ese tramo de autovía. La construcción ha corrido a cargo de la UTE formada por Acciona Infraestructuras y Construcción, Ingeniería y Gestión de Obras, mientras que la asistencia técnica ha sido realizada por la UTE formada por Intemac y Fhecor.

Características y trazado

Las dos nuevas infraestructuras comparten características de una vía de alta capacidad. Así, la sección tipo en ambas es de autovía con calzadas separadas, con dos o tres carriles de 3,50 metros por sentido según los tramos y mediana de ancho variable entre 1,50 y 3,00 metros. El trazado cuenta con radios de curva amplios y pendientes máximas del 4%, y su velocidad de proyecto es de 100 km/h, salvo en los ramales del enlace entre la LO-20 y la A-12, donde es de 70 km/h.

La prolongación de la autovía LO-20, cuya calzada norte (sentido Zaragoza-Logroño) se puso en servicio el pasado 18 de diciembre, desarrolla un recorrido oeste-este al este de la ciudad de Logroño, discurriendo al sur del río Ebro. El nuevo trazado se inicia en el polígono industrial de la Portalada y en sus primeros metros se sitúa sobre el corredor de la carretera N-232, en el que se ha ampliado la plataforma existente, salvando la línea férrea mediante la construcción de un muro. Posteriormente se separa del corredor de la N-232 tomando dirección nordeste para cruzar sobre las vías del ferrocarril Bilbao-Castejón, así como las del futuro AVE, mediante una pérgola de 234 metros de longitud y luz máxima de 35 metros, que coincide con el cauce del arroyo Valsalado.

La prolongación de la LO-20 incluye cinco pasos inferiores bajo el tronco de la autovía.

El puente sobre el río Ebro, con su característico arco metálico, alberga tres carriles por sentido.

Símbolo de unión entre comunidades

Por sus características técnicas, cuidado diseño y presupuesto (ha supuesto, junto al resto de estructuras, el 45% del importe total de las obras), el nuevo puente sobre el río Ebro, que representa el símbolo de unión entre Navarra y La Rioja, es el elemento más representativo del enlace entre la LO-20 y la A-12. Con un estribo situado en cada comunidad, su longitud total es de 353 metros, que se dividen en dos tramos.

El primer tramo, en territorio navarro, es un viaducto de aproximación de 233 metros de longitud compuesto por seis vanos de entre 35 y 39 metros. La plataforma, de 30 metros de anchura (apta para seis carriles), es soportada por dos tableros independientes, formado cada uno de ellos por una losa postesada continua de hormigón postesado de 1,75 m de canto. La losa se apoya sobre cinco pilas de hormigón armado de 6 metros de altura y un estribo también de hormigón armado. La cimentación se ha realizado a base de pilotes ejecutados in situ *de hormigón armado.*

El segundo tramo, el más vistoso, es un puente arco metálico de más de 3.500 toneladas de peso y 120 metros de luz que salva el cauce del Ebro. Se trata de un puente arco superior centrado en la mediana de la plataforma para soporte de los dos tableros, uno por calzada. La plataforma, de 30 m de ancho, es soportada a su vez por un tablero mixto formado por dos cajones longitudinales vinculados por riostras transversales. Desde el eje de estas riostras se cuelga del arco por medio de 14 pares de péndolas verticales. Sobre los cajones, apoyados en una pila en el lado navarro y un estribo en el lado riojano, se ha dispuesto la losa superior de hormigón armado. La cimentación de los apoyos se ha realizado mediante pilotes de 25 m de longitud ejecutados in situ.

El proceso constructivo del puente se ha realizado mediante empuje del tablero metálico. El tablero se ha construido sobre el terraplén del lado riojano y luego se ha empujado mediante gatos, para lo cual se ejecutó una península provisional en el río destinada a albergar tres torres auxiliares de apoyo. Una vez lanzado el tablero, se procedió a colocar el arco y las péndolas y se realizó el tesado, retirándose la península y las torres. Finalmente, se colocaron las prelosas prefabricadas de hormigón, la armadura del tablero y se hormigonó la losa de compresión.

Más adelante, en el p.k. 1+700, el trazado cruza sobre el Camino Viejo de Calahorra, que coincide con la vía pecuaria del Ebro, así como con la antigua calzada romana en el itinerario Calahorra-Varea. A continuación se sitúa la conexión de la prolongación de la LO-20 con la autovía A-12, consistente en un enlace direccional con todos los ramales directos (enlace en Y, que incluye un paso superior sobre la LO-20) que permite una circulación rápida y cómoda para todos los movimientos posibles entre ambas autovías. Tras esta conexión se levanta un nuevo paso sobre la vieja calzada romana y sobre el ferrocarril, que se resuelve con una nueva pérgola sobre las vías del ferrocarril convencional y del futuro AVE, de menores dimensiones que la anterior. En su parte final, el trazado se aproxima a la N-232 en el enlace de Recajo, cuyos ramales han sido modificados para conectarlos a la nueva autovía, además de ampliarse la glorieta situada al sur de la N-232.

En total, este tramo consta de un muro de contención de tierras de 711 metros, dos pérgolas sobre el ferrocarril, cinco pasos inferiores, un paso superior y la ampliación de un paso superior existente.

El nuevo puente sobre el Ebro, que une Navarra y La Rioja, es el elemento más representativo del enlace entre la LO-20 y la A-12

▶ *La LO-20, sobre terraplén, salva la vía del tren con una segunda pérgola cerca de Recajo. A su izquierda, la carretera N-232, y al fondo, el arco metálico del puente sobre el Ebro.*

Por su parte, la conexión de la LO-20 prolongada con la autovía del Camino (A-12) se desarrolla a lo largo de 2,5 kilómetros en un recorrido de norte a sur, con origen en el enlace de la A-12 con la carretera NA-134, en el término municipal de Viana (Navarra), y final en el enlace con la prolongación de la LO-20, ya en suelo riojano. La principal actuación de este tramo es el puente sobre el río Ebro, una vistosa estructura de 353 metros de longitud divididos en un tramo principal de 120 metros que salva el cauce, con un característico arco metálico, y un segundo tramo de 233 metros que constituye el viaducto de aproximación al puente. Este viaducto marca el límite entre las comunidades de La Rioja y Navarra.

En el tramo navarro, además, se ha construido el enlace entre la autovía A-12 y la NA-134, que permite acceder a Logroño y Mendavia, y que incluye un paso superior sobre esta carretera. Otras estructuras construidas son un paso inferior para reponer el trazado de la Cañada Real Pasada Principal del Ebro y un paso superior para el cruce de un camino agrícola.

Enlace con la AP-68

Además de estas dos actuaciones, el Ministerio de Fomento ha puesto recientemente en marcha la construcción de un enlace completo entre la carretera N-232 y la autovía LO-20 con la autopista de peaje Vasco-Aragonesa (AP-68) en Recajo, que permitirá completar el esquema de actuaciones para impulsar la movilidad en el área de Logroño previsto en el convenio de 2009 con el Gobierno Foral de Navarra. En marzo pasado, el Departamento formalizó el contrato para construir este enlace, que ha sido adjudicada a la UTE Recajo (Acciona Infraestructuras y Construcción, Ingeniería y Gestión de Obras) por importe de 13,55 M€ y un plazo de ejecución de 23 meses.

La conexión entre autovías se realizará mediante un enlace completo tipo trompeta con la LO-20 prolongada, así como con la N-232 actual en la travesía de Recajo, a través del enlace existente en la propia N-232 que da acceso a la base militar de Agoncillo, y que se modificará al ampliar las dimensiones de la glorieta sur del mismo para permitir la nueva conexión. Desde esta glorieta partirán el ramal que dará acceso a la futura playa de peaje de la AP-68, desde la que partirán el resto de ramales que sirven a todos los movimientos de conexión con esta infraestructura. Para el cruce de estos ramales se construirán dos estructuras, de 87 y 141 metros, conformadas por sendos tableros de vigas prefabricadas de canto variable, que se apoyarán en estribos y pilas prefabricadas cimentadas mediante pilotes de 25 metros de longitud. ▮

HORTA COSLADA

Construcciones Metálicas

FABRICANTE DE LA ESTRUCTURA METÁLICA DEL PUENTE SOBRE EL RÍO EBRO EN LA AUTOVÍA DE CIRCUNVALACIÓN LO-20

OFICINAS Y TALLERES: Polígono Industrial Alcamar S/N C.P. 28816 Camarma de Esteruelas (Madrid) - Tlfno: 918865970- Fax: 918865975

Web: www.hortacoslada.com Email: hc@hortacoslada.com

FÁBRICAS EN ESPAÑA

A Coruña

Madrid

Soria

Revista del Ministerio de Fomento

TARJETA DE SUSCRIPCIÓN

NOMBRE Y APELLIDOS/EMPRESA ..... N.I.F. .....

DOMICILIO ..... Nº .....

LOCALIDAD ..... PROVINCIA ..... C. P. .....

PAÍS ..... TELÉFONO ..... CORREO ELECTRÓNICO .....

MODALIDAD DE SUSCRIPCIÓN	ESPAÑA	EXTRANJERO
☐ 1 año (11 números)	**25 €**	**35 €**
☐ 2 años (22 números)	**40 €**	**50 €**

Envíenme gratis la el nº extraordinario *"Alta velocidad en España 1992-2011"* que regalan por una suscripción de dos años*

**(Hasta agotar existencias)*

FORMA DE PAGO ☐ **Envío cheque adjunto** ☐ **Envío giro postal nº** ..... ☐ **Domiciliación bancaria** (sólo suscriptores)

De conformidad con lo establecido en la Ley Orgánica 15/1999 de 13 de diciembre de Protección de Datos de Carácter Personal, usted tiene derecho al acceso, cancelación, rectificación y oposición de los datos facilitados mediante solicitud por escrito a : Centro de Publicaciones del Ministerio de Fomento. Paseo de la Castellana, 67. 28071 Madrid. E-mail: cpublic@fomento.es

Enviar a: **Revista del Ministerio de Fomento**
Pº de la Castellana, 67. 28071 Madrid. **Información y suscripciones: 91 597 64 49.** **Correo electrónico: cpublic@fomento.es**

DOMICILIACIÓN BANCARIA

Entidad bancaria .....

Domicilio entidad ..... Nº .....

C.P. ..... Localidad ..... Provincia .....

Muy Sres. míos:
Ruego que, con cargo a mi cuenta y hasta nuevo aviso, atiendan el pago de los recibos correspondientes a mi suscripción que les presentará al cobro la Revista del Ministerio de Fomento, editada por el Centro de Publicaciones del Ministerio de Fomento.

Les saluda atentamente
(firma)

CÓDIGO IBAN CUENTA CLIENTE
E S

....., de ..... de 201

EL TITULAR, Fdo. .....

Enviar a: **Revista del Ministerio de Fomento. Pº de la Castellana, 67. 28071 Madrid.**

La sección tipo es de dos carriles de 3,5 m por calzada

Abierta al tráfico la primera fase de la circunvalación de Elche

MEJORA EN LA CONECTIVIDAD

La circunvalación cuenta con varios pasos superiores.

Pepa Martín. Fotos: DCE Valencia

Fomento pone en servicio la circunvalación Sur de Elche, una carretera que permitirá mejorar los accesos al entorno metropolitano de la ciudad desde otras importantes vías.

Una inversión de 68 millones de euros, y la construcción de estos nuevos 5,7 kilómetros de circunvalación serán sin duda un buen apoyo a los accesos y movilidad en la zona metropolitana de Elche. Y es que tal y como expresó la ministra de Fomento, Ana Pastor, en la inauguración de esta primera fase del proyecto, "contar con buenas carreteras ayuda a promover el desarrollo empresarial y dinamiza tanto el comercio como la industria, tan importantes para esta ciudad".

Comprendida entre la N-340 y la CV-851, esta primera actuación de las dos que están proyectadas para ejecutar la circunvalación de la ciudad alicantina, permitirá mejorar la comunicación desde las autovías A-7 y A-70 con el entorno metropolitano de Elche, así como la conectividad con otras importantes carreteras de acceso a poblaciones costeras próximas, como Santa Pola y La Marina.

La nueva infraestructura, ejecutada por la UTE constituida por las empresas Infraestructuras Terrestres, S.A. y Compañía General de Construcciones Abaldo, S.A., beneficiará tanto al tráfico que se dirija a distintos puntos de la ciudad, gracias a su capacidad de canalización y distribución del tráfico rodado a través de varios nudos, como a los vehículos que tengan como destino otros municipios, ya que no se verán obligados a atravesar el casco urbano de Elche.

Puente sobre el río Vinalopó.

También permitirá descongestionar el tráfico en algunos puntos muy conflictivos, como el que está a la altura del hospital General, y la ronda Este, que hasta ahora acababa en la carretera de Alicante y a la que la circunvalación da continuidad.

Características técnicas

El primer tramo de esta nueva carretera cuenta con características de autovía, con enlaces y con control de accesos. Discurre de norte a sur a lo largo de 1,4 kilómetros, prolongando la ronda Este (EL-20), en servicio desde 2007, hasta la glorieta de Altabix, que conecta con las carreteras de El Altet y Perleta.

Un segundo tramo, de 4,3 kilómetros de longitud y con tipología de ronda urbana, discurre al sur de la ciudad. Dispone de accesos controlados y las intersecciones con las principales carreteras radiales se resuelven a través de la construcción de glorietas, hasta un total de siete que se corresponden con otros tantos nudos de conexión con otras carreteras.

Las obras de la circunvalación concluyen en la CV-851, conocida como la carretera del León. La calzada de esta vía se ha duplicado hasta la entrada al casco urbano de Elche, donde se ha sustituido la intersección con semáforos que había anteriormente por una glorieta de acceso a la ciudad.

En cuanto a las características del tronco de la infraestructura, la sección tipo adoptada se corresponde con una carretera de calzadas separadas con dos carriles de 3,5 metros, arcén exterior de 2,5 metros e interior de un metro, y una mediana de ancho variable hasta 5 metros.

Un puente singular

La circunvalación de Elche cuenta en su trazado con un puente que podemos calificar de especialmente singular; se trata del viaducto que ha sido necesario levantar para salvar el río Vinalopó. El paso se ha resuelto con un arco superior de 125 metros de luz y 16 metros de altura con un tablero dividido en dos calzadas exentas curvas, de sección tipo cajón con losa ortótropa que se unen en los estribos, que son de planta curva y cimentados mediante micropilotes.

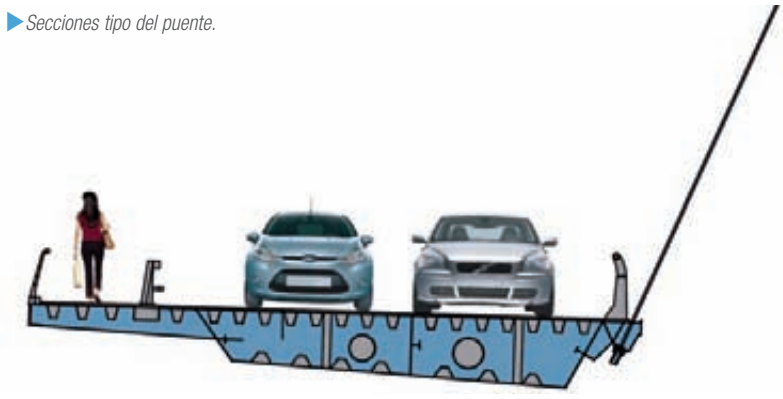
Cada tablero está formado por un cajón visitable de 1,6 metros de canto, con un ancho superior de 9 metros e inferior de 7,8 metros, con una anchura total de la plataforma de 14,4 metros. Coincidiendo con la rigidización transversal del cajón, cada cuatro metros hay una costilla que vuela 4 metros hacia el exterior, formando el jabalcón donde se ubica la acera.

El cajón está suspendido en el borde interior por un tirante inclinado que lo une al arco, y que es transitable para que se puedan realizar en un futuro las maniobras de mantenimiento necesarias.

Las dovelas de la artesa principal del tablero y cada una de las piezas del arco se han armado en taller. Así se ha garantizado la tangencia de las chapas principales y la alineación de los rigidizadores de las secciones correspondientes.

Una vez armadas la pieza del arranque del arco y las anexas se continuó con las dovelas de los cinco tramos de la sección de la artesa de cada una de las calzadas, presentándose sobre plantilla un tramo a continuación del otro.

Secciones tipo del puente.



Glorieta de interconexión y arco superior del puente sobre el Vinalopó.

Cada uno de los tramos de los dos tableros –de 28 metros de longitud, un ancho máximo de 4,95 metros y un peso de 81 toneladas por pieza– se trasladaron por carretera mediante transportes especiales en tres piezas cortadas en sentido longitudinal, al igual que el arco, que se llevó a obra en sección completa, fraccionado en 9 tramos con un peso máximo de 75 toneladas por pieza.

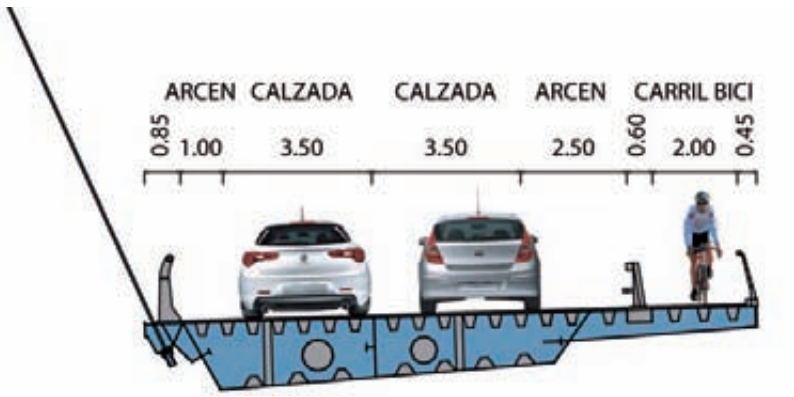
Para el procedimiento de izado y montaje en obra se ha dispuesto de una plataforma de trabajo a cada lado de la traza del puente formada por pedraplén, que permite acopiar y prearmar sobre camas de armado los diferentes módulos del tablero.

Se garantizó así espacio suficiente para el emplazamiento de grúas y plataformas elevadoras necesarias para las distintas labores de premontaje y montaje, lo que hizo necesario entubar provisionalmente el cauce de aguas permanentes.

Para el montaje del puente se han utilizado torres de apeo metálicas que han permitido izar los distintos tramos premontados mediante una grúa celosía de gran tonelaje. Primero se procedió a montar cada uno de los tramos de los tableros para, finalmente, elevar las distintas partes del arco sobre sus apeos.

Una vez realizadas todas las soldaduras en altura se montaron y tesaron las péndolas. Posteriormente se desapearon las torres de modo que el puente entró en carga.

Los tratamientos de granallado, pintura y anticorrosivos se realizaron en taller, a excepción de los remates finales de las soldaduras de obra, mientras que el pavimento que da continuidad a la carretera se extendió sobre la chapa metálica del piso.



Se han dispuesto varios pasos superiores con el objetivo de potenciar la permeabilidad transversal, entre ellos cabe mencionar la glorieta de conexión de la circunvalación con la N-340, en el camino de Jubalcoy y en el camino Viejo de Alicante. En la zona de Atzavares se ha dado continuidad a los viales de la zona sobre el túnel de 200 metros de longitud con el rebaje de la rasante de la carretera.

Destaca la singularidad del puente que se ha construido sobre el río Vinalopó, que consiste en un arco superior de 125 metros de luz y dos tableros de planta curva con estructuras totalmente metálicas. Además de este viaducto se ha levantado otro para salvar el barranco de San Antón, que también es atravesado por la carretera.

Mejoras añadidas

En paralelo a la circunvalación se han construido dos tramos de carril bici, motivo por el que se han levantado siete pasos inferiores en el entorno de las glorietas y

Una de las glorietas de la nueva circunvalación durante los trabajos de pavimentación.

se ha dotado a las estructuras de la obra de aceras; asimismo, donde ha sido necesario, se han diseñado vías de servicio para garantizar el acceso a las fincas colindantes.

Desde la carretera de Santa Pola hasta el río Vinalopó, donde se encuentra el final de la circunvalación, se ha instalado un sistema de drenaje constituido por dos colectores longitudinales de hasta dos metros de diámetro que discurren por debajo del carril bici y que recogen las aguas pluviales mejorando la permeabilidad del sur de la ciudad.

También se han ejecutado medidas de prevención y corrección ambiental, un capítulo al que se ha destinado un total de 2,89 millones de euros. Entre otras actuaciones cabe mencionar el seguimiento arqueológico, así como la adecuación paisajística mediante plantaciones y la actuación sobre las agrupaciones de partidores de la acequia Mayor del pantano de Elche, todo ello en coordinación con el Patronato del Palmeral de la ciudad.

> Se han ejecutado medidas de prevención ambiental, así como el seguimiento arqueológico y adecuación paisajística

Segunda fase

El segundo y último tramo de 2,4 kilómetros de longitud con el que se completará la circunvalación de Elche está actualmente en fase de exposición pública, y en breve Fomento convocará la licitación con un precio de salida de 19,4 millones de euros, a los que hay que añadir otros 6,8 M€ para expropiaciones.

En la zona por la que discurrirá el trazado, que enlazará las inmediaciones del puente de Barrachina con la carretera de Crevillent, hay un hospital público, dos centros comerciales, distintas industrias, varios institutos y la Ciudad del Ocio y del Deporte, cuya inauguración está prevista en breve, además de la estación del AVE, con lo cual esta segunda fase facilitará especialmente los accesos a algunos de los puntos más transitados de la ciudad y facilitará la descongestión del tráfico en puntos que hoy arrojan ya una alta saturación.

2015
Mapa Oficial de Carreteras©
ESPAÑA
50ª Edición
Incluye:
- Cartografía (E. 1:300.000 y 1:1.000.000)
- DVD interactivo actualizable vía web (windows 7 o superior)
- Caminos de Santiago en España
- Alojamientos rurales
- Guía de playas de España
- Puntos kilométricos
- Índice de 20.000 poblaciones
- Mapas de Portugal, Marruecos y Francia
Español / Inglés
2015
Mapa Oficial de Carreteras©
ESPAÑA
50ª Edición
DVD INTERACTIVO
(Windows 7 o superior)
Versión 20
Español / Inglés
Actualizable vía Web
GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO
ISBN: 978-84-498-0990-3
NIPO: 161-14-116-1
D.L.: M-24112-2014
Copyright. Prohibida la reproducción total y parcial, incluso el volcado del contenido a cualquier soporte incluyendo sistemas de recuperación de información, ni servir de base para una aplicación distinta o funciones añadidas, sin expresa autorización escrita del propietario del Copyright.
Edición 50
P.V.P.: 22,74 €
También en el DVD:
1100 Espacios Naturales Protegidos
152 Rutas Turísticas
116 Vías Verdes
Centro virtual de publicaciones
Librería virtual y descarga de publicaciones oficiales
www.fomento.gob.es

Sasemar amplía su flota aérea con un nuevo Helimer 401

Completo y versátil

Pepa Martín

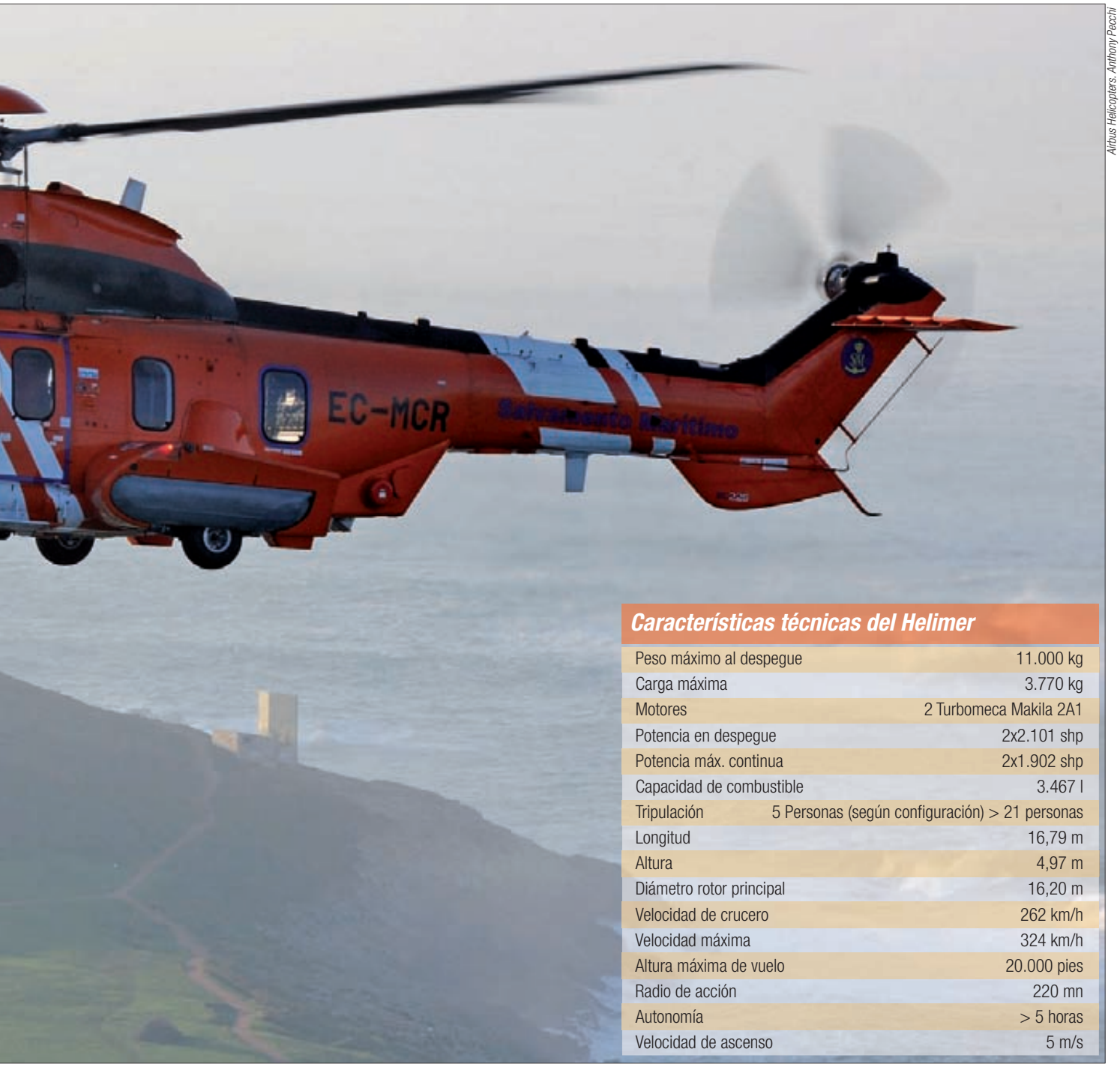
Salvamento Marítimo incorpora a su flota un nuevo helicóptero que dará cobertura a la costa gallega, el Helimer 401, un aparato con las más modernas prestaciones en el que Fomento ha invertido 24 millones de euros.

Airbus Helicopters. Anthony Pecchi

Dotado con equipamiento especializado para prestar servicios de búsqueda, rescate y salvamento en el mar, el nuevo helicóptero de Salvamento Marítimo, modelo EC-225, al que se ha denominado Helimer 401, ya está operativo en Galicia desde el pasado mes de febrero. Su base está en el aeropuerto de A Coruña, escenario elegido para su presentación, a la que ha asistido la ministra de Fomento, Ana Pastor.

El nuevo Helimer 401, que sustituye al Helimer Galicia, un Sicorsky S-61N que ha prestado servicio en la zona durante más de veinte años, "es uno de los aparatos más completos para la búsqueda, salvamento y operaciones de apoyo en misiones en la mar", tal y como ha destacado la titular de Fomento, departamento que ha destinado a su adquisición un total de 24 millones de euros.

El EC-225 es una unidad de gran porte —su tripulación es de cinco miembros y tiene capacidad para trasladar a 21 personas— y entre sus prestaciones desta-



Airbus Helicopters. Anthony Pecchi

Características técnicas del Helimer	
Peso máximo al despegue	11.000 kg
Carga máxima	3.770 kg
Motores	2 Turbomeca Makila 2A1
Potencia en despegue	2x2.101 shp
Potencia máx. continua	2x1.902 shp
Capacidad de combustible	3.467 l
Tripulación	5 Personas (según configuración) > 21 personas
Longitud	16,79 m
Altura	4,97 m
Diámetro rotor principal	16,20 m
Velocidad de crucero	262 km/h
Velocidad máxima	324 km/h
Altura máxima de vuelo	20.000 pies
Radio de acción	220 mn
Autonomía	> 5 horas
Velocidad de ascenso	5 m/s

▶ *Con el Helimer 401 EC-225, son ya 11 los helicópteros de los que dispone Salvamento Marítimo.*

ca especialmente la posibilidad de ofrecer un muy amplio radio de acción, de 220 millas náuticas, así como una altura de vuelo de 20.000 pies y una velocidad de crucero de 262 kilómetros por hora, con una autonomía superior a las cinco horas de vuelo.

Los EC-225 están configurados, en definitiva, para operar en tareas de búsqueda y de salvamento marítimo, ya que sus características técnicas convierten a estos helicópteros en las unidades idóneas cuando se precisa una actuación inmediata en un rescate porque la gravedad de la situación supone que hay vidas en riesgo, o también si se precisa una rápida respuesta para una emergencia en la que es necesaria una evacuación médica de urgencia.

Aunque el nuevo aparato sustituye al Helimer Galicia, este último helicóptero aún seguirá prestando algunas coberturas a Salvamento Marítimo, tanto como unidad de respaldo de la flota allí donde sea necesario, como para cubrir inoperatividades de otros aparatos por revisiones y otras causas.

Eduardo Quintela Rey

Sasemar cuenta con 55 embarcaciones de actuación rápida.

De esta forma, el conjunto de medios aéreos de los que dispone Salvamento Marítimo se compone a día de hoy de un total de 11 helicópteros equipados tanto para labores de rescate como de reconocimiento aéreo, así como de tres aviones —EADS-CASA CN235-300— para localización de náufragos y embarcaciones y la detección de vertidos en el medio marino. De ellos, ocho aparatos son propiedad del organismo dependiente de Fomento y tres son fletados.

Con la incorporación del nuevo helicóptero a los medios de Salvamento Marítimo se mejora sensiblemente la cobertura de los servicios de emergencia prestada en Galicia, una de las zonas costeras de nuestro país con más demanda en materia de seguridad marítima, debido no solo al elevado tráfico de buques de todo tipo –pesqueros y mercantes– que transitan por sus aguas, sino a unas condiciones meteorológicas en muchas ocasiones adversas para la navegación, con el consiguiente riesgo de sufrir mayor número de incidentes que en otras zonas.

La adquisición de este nuevo helicóptero se enmarca en el Plan Nacional de Salvamento 2010-2018. Su compra, autorizada ya en 2011, obedece a las previsiones de renovación de la flota de helicópteros. El helicóptero EC-225 recién incorporado ha sido fabricado por Eurocopter España, actualmente Airbus Helicopters, y su coste ha sido de unos 24 millones de euros.

El nuevo Helimer sustituye al Galicia, que ha prestado servicio en la zona durante 20 años y que seguirá desempeñando algunas coberturas

Helicópteros de Salvamento Marítimo

Modelo	Propiedad	Base
Helimer 201 AW139	Sasemar	Baleares
Helimer 202 AW 139	Sasemar	Canarias Occidental
Helimer 203 AW139	Sasemar	Mediterráneo Central
Helimer 204 AW139	Sasemar	Mediterráneo Norte
Helimer 205 AW139	Sasemar	Santander
Helimer 206 AW139	Sasemar	Gijón
Helimer 207 AW139	Sasemar	Alborán, en el Mediterráneo Sur
Helimer 208 S61N	INAER	Canarias Oriental
Helimer 209 S61N	INAER	Estrecho
Helimer 401 EC-225	Sasemar	Galicia
Helimer 211 AW139	Sasemar	Galicia

Eduardo Quintela Rey

Airbus Helicopters. Anthony Pecchi

▶ *Durante 2014 los equipos de Sasemar realizaron más de 5.000 actuaciones.*

Una flota completa

Salvamento Marítimo dispone de un amplio número de medios aéreos y marítimos para conformar una flota que se complementa con aquellas otras unidades que con la misma finalidad pueden aportar otras administraciones y organismos colaboradores, y que constituyen así la base operativa de este organismo del Ministerio de Fomento.

Actualmente esta flota se compone de 11 helicópteros y 3 aviones, cuatro grandes buques polivalentes de salvamento y lucha contra la contaminación, 10 remolcadores de salvamento, cuatro embarcaciones denominadas "guardamares" y 55 embarcaciones de intervención rápida tipo "salvamar", lo que permite mantener una óptima cobertura de la zona costera española y la superficie marina bajo su jurisdicción.

La coordinación de estos medios se realiza a través de los 20 Centros de Coordinación de Salvamento repartidos por toda España, además de por las seis bases estratégicas de lucha contra la contaminación y las dos bases de actuación subacuáticas, repartidas por Santander, Fene (A Coruña), Sevilla, Cartagena, Castellón y Santa Cruz de Tenerife.

En cuanto a la flota con base en Galicia, se compone de dos helicópteros y un avión, un buque polivalente de salvamento y lucha contra la contaminación, dos remolcadores, una embarcación tipo Guardamar y siete embarcaciones rápidas tipo Salvamar. En Galicia funcionan tres Centros de Coordinación de Salvamento, una base estratégica de lucha contra la contaminación y otra base de actuación subacuática.

El Helimer está operado por INAER, empresa con la que el Ministerio de Fomento tiene contratado el servicio de operación y mantenimiento de la flota aérea de Salvamento Marítimo. A este contrato, adjudicado en noviembre de 2012 por una duración de cuatro años prorrogables a seis y por un importe anual de 40 millones de euros, se incorpora también la prestación de servicio con el nuevo helicóptero Helimer 401.

Actividad

Durante el pasado año los equipos de Salvamento Marítimo, que desarrollan su labor a lo largo de los más de 8.000 kilómetros de nuestro litoral, con la responsabilidad de vigilar un área próxima al millón y medio de kilómetros cuadrados, han coordinado el rescate, la asistencia o la búsqueda de 14.413 personas —una media de 39 al día— en las 5.041 actuaciones marítimas —14 diarias— en las que han intervenido. Tan solo en Galicia, durante 2014 dieron asistencia a 783 personas en 484 emergencias marítimas. ▮

El tren Al Andalus en Granada.

Nueva temporada de los trenes turísticos de Renfe

La máquina del tiempo

La ruta "Pasillo Verde" del Expreso de La Robla discurre junto a la costa cantábrica.

Mariano Serrano Pascual. Fotos: Renfe

El tren Al Andalus, el más emblemático de los trenes turísticos de Renfe, cumple 30 años, y lo celebra con nuevos itinerarios. Al tradicional viaje por Andalucía se suman ahora recorridos por Extremadura, Castilla y León, Aragón, Galicia y La Rioja. El Transcantábrico, el otro referente en trenes turísticos de lujo, también ofrece nuevas opciones. Y a ambos se unen el Expreso de La Robla y varias rutas temáticas en Galicia.

A cualquiera que suba al tren Al Andalus o al Transcantábrico lo primero que se le viene a la cabeza es una novela policiaca de Agatha Christie, como si de repente hubiera retrocedido en el tiempo ochenta o noventa años y, camino de Estambul a bordo de un lujoso expreso, hubiera caído en la trama de una historia en la que el atildado y un poco ridículo Hercule Poirot nos hubiera citado en el vagón restaurante, a nosotros y al resto del pasaje, a cuál más sospechoso, con el objetivo de desenmascarar –de forma genial por supuesto– al culpable de un sofisticado asesinato. Por suerte, en ninguno de estos trenes nos encontraremos con Poirot (como no sea en las páginas de algún libro de la biblioteca del coche-salón o en una película de la videoteca) ni desde luego con asesinato alguno, ni sofisticado ni tan siquiera burdo. Nada de crímenes, pues, pero sí la sofisticación, el lujo y el confort de aquellos grandes expresos que recorrían Europa allá por los años veinte y treinta del pasado siglo.

Salón del Transcantábrico, en un Pullman original de los años 20.

Al Andalus

De hecho, los coches del tren Al Andalus fueron construidos entre 1928 y 1930, y llevaron a través de Francia, entre Calais y la Costa Azul, a miembros de la monarquía británica. Cuidadosamente restaurado y decorado con todos los toques del estilo *art decó*, el tren cuenta, además de dos coches-restaurante, coche-bar y coche-salón y de juegos, con siete coches-cama en los que se ubican dos tipos de alojamiento: la suite gran lujo y la suite *junior*. Mientras que la primera dispone de una gran cama de matrimonio, la segunda tiene dos camas individuales. Durante el día, la cama de la suite gran lujo se transforma en sofá y las de la suite *junior* en sillones. Ambos tipos de habitaciones tienen aseos incorporados –el de la suite gran lujo, muy espacioso– completamente equipados, así como armario ropero, maletero y climatizador regulable de forma individual.

Este año, además del clásico recorrido por Andalucía, el tren Al Andalus ofrece otros itinerarios en Extremadura, Galicia, Castilla y León, La Rioja y Aragón, así como distintas duraciones en algunos de ellos. En total, nueve combinaciones que permiten adaptarse a la disponibilidad de los distintos viajeros. En la comunidad andaluza existen cuatro posibilidades:

✔ La ruta Andalucía I, con salida y destino en Sevilla, puede hacerse en 6 días y 5 noches (con paradas y visitas a Sevilla, Cádiz, Jerez, Ronda, Granada, Linares-Baeza, Úbeda y Córdoba) o en 5 días y 4 noches (con paradas y visitas a Sevilla, Córdoba, Baeza, Úbeda y Granada).

✔ La ruta Andalucía II, que comienza en Sevilla y termina en Granada, tiene una duración de 4 días y 3 noches, y hace paradas en Cádiz, Jerez y Ronda.

✔ La ruta Andalucía III, entre Granada y Sevilla, dura 3 días y 2 noches, y parará en Granada, Linares-Baeza, Úbeda y Córdoba.

Para conocer Extremadura se dan 2 opciones:

✔ La ruta Sevilla-Madrid, de 6 días y 5 noches, visitando Zafra, Mérida, Cáceres y el Parque Nacional de Monfragüe, y, ya camino de Madrid, Toledo y Aranjuez.

✔ La ruta "Primavera Extremeña", con salida y llegada en Sevilla y una duración de 4 días y 3 noches, nos permitirá conocer –además de Zafra, Cáceres y el Parque Nacional de Monfragüe, igual que en la anterior ruta– la ciudad de Mérida.

Coche-restaurante del Al Andalus.

Otros destinos del Al Andalus se desarrollan en otras comunidades:

✔ El Camino de Santiago, León-A Coruña-León, con una duración de 5 días y 4 noches, con paradas y visitas a Astorga, Monforte de Lemos, Ourense, Santiago y un recorrido por la ría de Arousa.

✔ Y dos rutas del vino para conocer los paisajes en los que se dan las denominaciones de origen Ribera del Duero y Rioja, ambas de 4 días y 3 noches, entre Zaragoza y León, y visitando lugares como Logroño, Miranda de Ebro o Valladolid.

Los viajes, en función del recorrido y la duración, ofrecen un amplio catálogo de servicios: cenas y comidas a bordo o en restaurantes de primera categoría, así como cena de gala a bordo del tren; desayunos a la carta o bufet, música en directo y baile en el coche-pub, desplazamiento en autocares de lujo a todos los lugares con visita programada, excursiones, entrada a museos, etc. En cuanto a precios, el viaje de 5 noches en temporada alta (mayo, junio y septiembre) cuesta 3.135 euros por persona en la suite *junior* y 3.740 en la de gran lujo; mientras que en temporada baja los precios son de 2.850 y 3.400 euros, respectivamente. Por otro lado, también es posible contratar el Al Andalus para recorridos a medida del cliente –para grupos de hasta 64 personas y diseñando el propio cliente el itinerario, la duración y las actividades, tanto a bordo como en las escalas–, así como para otros servicios como presentaciones de productos o rodajes publicitarios y cinematográficos.

Y además…

La oferta en trenes turísticos e históricos es mucho más amplia. Renfe, con la colaboración de la Xunta, ofrece este año el programa ***Siete rutas para descubrir Galicia****, donde la naturaleza, el paisaje, la cultura del vino, la historia y el patrimonio son los protagonistas. Los itinerarios son los siguientes:*

✔ *Ruta de los jardines y pazos históricos, con visitas al castelo de Soutomaior y al pazo Rubianes, entre otros.*

✔ *Ruta de los faros, que nos llevará a los confines septentrionales de la Península, los faros de Ortegal y Estaca de Bares y la playa de As Catedrais.*

✔ *Y cinco rutas vinícolas para conocer las denominaciones de origen de los vinos gallegos: Rías Baixas, Ribeira Sacra, Monterrei, Ribeiro-Rías Baixas y Ribeira Sacra-Valdeorras.*

Todas las rutas incluyen guía, trayectos en tren, traslados en autocar y actividades y visitas programadas.

Renfe gestiona además otros trenes turísticos: el ***Tren de Cervantes****, a Alcalá de Henares, ciudad declarada Patrimonio de la Humanidad; el* ***Tren Campos de Castilla****, que nos llevará a conocer las tierras sorianas inmortalizadas por Machado, y el* ***Tren Medieval****, una forma diferente de conocer la monumental ciudad de Sigüenza.*

Por su parte, la Fundación de los Ferrocarriles Españoles ofrece el ***Tren de la Fresa****, que ha cumplido su trigésimo cumpleaños y que rememora con su viaje a Aranjuez el segundo ferrocarril más antiguo de la Península, de 1851.*

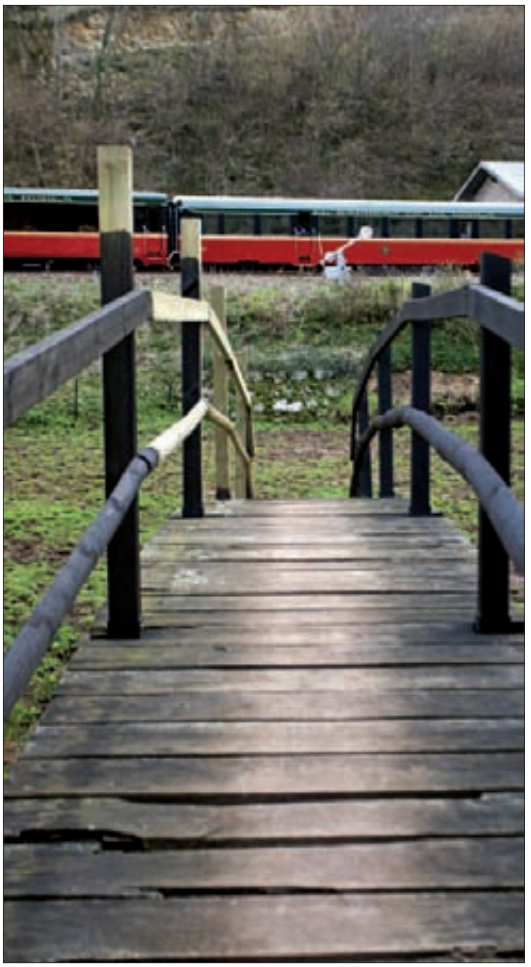
Otras entidades, en colaboración con Renfe, multiplican las opciones de conocer rincones singulares a bordo del tren: ***El Canfranero*** *recorre el Alto Gállego y la Jacetania camino de Canfranc; el* ***Río Eresma*** *cruza la sierra de Guadarrama entre Madrid y Segovia en un tren de los años 70; el* ***Tren de Ciment*** *recorre parte del Alt Berguedà en un magnífico tren histórico; y el* ***Tren dels Llacs*** *atraviesa La Noguera y el Montsec para llegar al Pallars Jussà y visitar los lagos pirenaicos.*

Más información: http://www.renfe.com/trenesturisticos.

Transcantábrico y Expreso de La Robla

Los servicios ofrecidos por el Transcantábrico son muy parecidos a los del Al Andalus. Aunque algo más estrecho ya que discurre por vías de ancho métrico, el lujo, el detalle en la decoración y la sensación de haberse transportado a los felices años 20 son idénticos en este otro tren que recorre el norte de España: los paisajes del País Vasco, Asturias, Cantabria, Castilla y León y Galicia son los escenarios por los que pasan estos coches Pullman originales construidos en los años 20, auténticas joyas del patrimonio ferroviario.

El Transcantábrico ofrece también varias posibilidades, pues realiza dos itinerarios distintos (cada uno de ellos en un solo sentido), y en todos ellos el cliente puede elegir la duración del viaje, entre 3 y 8 días. Los itinerarios son:



▶ *Sobre estas líneas, suite gran lujo del Al Andalus y coche-bar panorámico del Transcantábrico. A la drcha., el Expreso de La Robla recorre parajes de la cornisa cantábrica.*

✔ San Sebastián-Santiago de Compostela (o viceversa). El viaje completo, 8 días y 7 noches, tiene visitas programadas a Bilbao, Villasana de Mena, Santander, Potes, Cabezón de la Sal, Santillana del Mar, Arriondas, Oviedo, Avilés, Gijón, Luarca, Ribadeo y Viveiro.

✔ León-Santiago de Compostela (o viceversa), que partiendo de la capital leonesa subirá hasta Bilbao para enlazar allí con la ruta anterior.

Los precios del Transcantábrico son algo más económicos que los del Al Andalus, y un viaje de 5 noches en temporada alta en la suite *junior* sale por 2.240 euros. Como en el caso del Al Andalus, existe la posibilidad de alquilar el tren para viajes chárter a medida del cliente (hasta 50 personas), que podrá diseñar su propio itinerario a través de los 1.200 km de ancho métrico que ofrece el ferrocarril en el norte de España.

Por su parte, el Expreso de La Robla, que cumple su quinta temporada, está equipado siguiendo un estilo más moderno y funcional que los anteriores pero cuidando también hasta el último detalle. Está compuesto por tres coches destinados a salón, restaurante y bar y cuatro coches-cama con siete compartimentos con dos literas cada uno, todos con cuarto de baño. El tren de La Robla ofrece dos itinerarios en épocas del año distintas, todos con una duración de 4 días y 3 noches, a un precio de 800€ el viaje (todos los compartimentos son de la misma clase). En primavera y otoño, el tren recorre parajes de Castilla y León que tienen como inicio y término Bilbao y visitas a lugares como el complejo cárstico de Ojo Guareña, la cueva de Valporquero, la villa romana de La Olmeda, algunas villas de las Merindades burgalesas, los conjuntos románicos de Carrión de los Condes y Frómista, parte del ramal norte del canal de Castilla y la ciudad de León. Durante el verano, el tren de La Robla discurre más al norte, realizando la ruta llamada "Paraíso Verde", entre Oviedo y Bilbao, para conocer ciudades como Santander, Cangas de Onís y Llanes, hacer un recorrido en barco entre Santoña y Laredo o una excursión al Parque Nacional de los Picos de Europa, a los lagos de Enol y el santuario de Covadonga.

Seguro que allí la Santina acaba de quitarnos de la cabeza cualquier tentación de crímenes de novela policíaca. Seguro también que se mostrará más tolerante si nos entregamos con un poquito de gula a la carta del coche-restaurante o contemplamos con demasiado deleite los paisajes que corren a través de los grandes ventanales de estos trenes que nos transportan al pasado. ▮

La Casa de la Moneda de Segovia y otro patrimonio industrial a orillas del Eresma

Un ingenio para el rey

Texto y fotos: Mariano Serrano Pascual

El valle del río Eresma a su paso por Segovia, extramuros de la ciudad, reúne en apenas tres kilómetros un rico patrimonio histórico de carácter industrial, cuyo punto culminante es el Real Ingenio de la Moneda, obra de Juan de Herrera. Además, otros elementos como molinos, antiguas fábricas, azudes y caceras se suceden aguas arriba entre el Real Ingenio y el barrio de San Lorenzo. Todo ello en un entorno natural y paisajístico de gran valor presidido por el emblemático alcázar.

Los dos patios de la Casa de la Moneda, separados por un sencillo muro típicamente herreriano.

Decía Josep Pla que el alcázar de Segovia, a causa de la restauración excesiva a la que había sido sometido, daba un aspecto de obra de confitería, de telón de fondo romántico; un castillo sin ruina ni misterio –que es lo peor que, en opinión del ampurdanés, puede pasarle a un castillo–, con un no sé qué de frío y ortopédico. Claro que a Pla –que estuvo unos meses del año 1921 en Madrid como corresponsal del periódico *La Publicitat* de Barcelona y que realizaba excursiones por los alrededores, como a Segovia, Toledo o El Escorial– no le gustaba casi nada que no fuera su Ampurdán natal (a pesar de lo cual, cabría añadir, tenía un ojo crítico como pocos). En cuanto al alcázar, no le faltaba su punto de razón: un cierto aire artificioso, de decorado de cartón piedra o, más modernamente, de decorado virtual en 3D sí que tiene. Sin duda fotogenia no le falta, y es muy cinematográfico. No en vano, según dicen, Walt Disney se basó en el de Segovia para dibujar sus castillos de cuento, y hace nada una reciente serie de televisión, *Isabel*, ha popularizado aún más si cabe (con bastante rigor histórico, por cierto, eliminando los atractivos pero muy posteriores pináculos de pizarra de las torres) su ya popular figura.

De la ceca vieja al nuevo ingenio

Es el lado bueno del alcázar –es decir, de perfil, a cierta distancia y un poco desde abajo, que es como más impresionan los castillos– lo primero que sorprenderá al visitante que acceda a los patios del Real Ingenio de la Moneda de Segovia, a orillas del río y muy cerca del monasterio de El Parral. Una obra de Juan de Herrera y del empeño personal de Felipe II que según el TICCIH-España (Comité Internacional para la Conservación del Patrimonio Industrial) es el elemento de arquitectura industrial más antiguo que se conserva en nuestro país.

Fue Enrique IV quien a mediados del siglo XV mandó construir cecas en Segovia y Madrid, y ya antes, en el siglo XIII, se había fundado la de Sevilla, que se encontraba en el barrio del Arenal, y que con el tiempo, tras el descubrimiento de las minas americanas, estaría llamada a ser la principal del reino. Además existían fábricas de moneda en otras ciudades, como Burgos, Toledo o Cuenca. El emplazamiento exacto de la primitiva ceca madrileña se desconoce, pero se sabe que acuñaba moneda hacia 1470; la de Segovia se sabe que es de 1455, y se encontraba en el Corralillo de San Sebastián. La ceca de Segovia cobra especial importancia porque durante un tiempo, por orden de 1462 del mismo Enrique IV en un intento de regular la fabricación de moneda, sería la única autorizada para su elaboración. Cuando Enrique IV fundó la ceca segoviana, la ciudad llevaba a sus espaldas una larga tradición en la fabricación

de moneda. Se conservan piezas de bronce de época romana –años 30-20 a. de C.– y se tiene constancia de que en 1136 Alfonso VII hizo donación al obispo Pedro de Agén de la cuarta parte de la moneda fabricada en Segovia para la construcción de la antigua catedral de Santa María, lo que pone de manifiesto la importancia de la ciudad en esta actividad, que ya debía contar con un establecimiento fijo para la fabricación.

Se trajeron los ingenios desde el Tirol a Segovia. Un largo viaje considerado el más complejo transporte industrial realizado hasta entonces

En todas las cecas mencionadas se fabricaba moneda a martillo, de forma artesanal y sin contar con ingenios mecánicos, en un proceso que apenas había variado a lo largo de los siglos. (Y, de hecho, la primitiva ceca de Segovia de Enrique IV seguiría fabricando moneda a martillo hasta 1681, conviviendo con la fabricada en el nuevo ingenio mecanizado.) El proceso artesanal, además de lento, daba como resultado unas monedas irregulares, de forma y peso desigual, que no ayudaban a la fijación de una política monetaria estable y que facilitaban el fraude, tan frecuente por entonces, consistente en cercenar pequeños trozos de las esquinas irregulares de las monedas, disminuyendo su valor. La ingente cantidad de oro y plata traída de América desde comienzos del siglo XVI puso de manifiesto la necesidad de contar con tecnología que permitiera producir

Arriba, puerta neoclásica construida por Francisco de Mora en 1829. A izqda., azud de la Casa de la Moneda y comienzo del canal.

monedas de forma más rápida, con un peso más exacto, un grabado definido y una forma perfectamente circular. Por otra parte, unas pocas ciudades europeas contaban desde mediados de siglo con ingenios mecánicos movidos por la fuerza del agua capaces de laminar el metal y acuñar moneda a rodillo. Entre ellas estaba Hall, en el Tirol, de donde era conde Fernando II de Habsburgo, archiduque de Austria y primo de Felipe II. En 1582, tras varias embajadas de ambos soberanos, el archiduque Fernando envió a España varios técnicos alemanes con el fin de buscar el emplazamiento idóneo para el nuevo ingenio, al mismo tiempo que comenzaba la fabricación de la maquinaria en la misma ciudad de Hall, a imagen y semejanza de la que funcionaba allí desde 1567.

Los técnicos enviados por el archiduque recorrieron distintas ciudades de la Península: Lisboa, Toledo, Madrid y Sevilla, pensando en esta última –al ser la ceca con mayor actividad entonces, al lado del puerto al que llegaban los tesoros de América– como la más adecuada para instalar la nueva maquinaria. No obstante, por decisión personal del propio Felipe II acabó eligiéndose la ciudad del acueducto, en un molino de papel y grano a orillas del Eresma muy próximo al monasterio del Parral (tanto que los monjes habían elevado varias quejas al corregidor por el ruido que les llegaba desde el molino). La decisión tal vez dependió del ascendente que tenía sobre el rey el conde de Chinchón, Diego Fernández de Cabrera, miembro del Consejo y hermano del

Otro patrimonio a orillas del Eresma

Además del Real Ingenio, las orillas del Eresma ofrecen otro interesante conjunto de arquitectura e ingeniería industrial e hidráulica, donde podemos ver antiguas fábricas, molinos, caceras y azudes, algunos todavía en uso. El Ayuntamiento de Segovia ha diseñado y acondicionado esta senda con paneles informativos y ha publicado una guía titulada La senda de los molinos, patrimonio industrial del río Eresma.

Desde la casa de la moneda, la agradable Alameda del Parral nos llevará a enlazar muy pronto con la senda. En la confluencia del Eresma con el arroyo Ciguiñuela se encuentra el primer conjunto compuesto por los restos de lo que fueran a lo largo de los siglos molino y fábrica de papel, fábrica de borra y fábrica de hielo. Parte se convirtió en viviendas y otra parte es hoy la Escuela-taller municipal y Vivero de oficios de Segovia. Un poco más adelante encontraremos otros tres molinos, el de la Aceña, el de la Peña del Pico y el Portalejo, convertidos en viviendas particulares, pero en los que aún puede observarse su sistema hidráulico. Camino del puente de San Lorenzo está la fábrica de harinas La Perla, que conserva parte de su maquinaria, así como el molino, y junto a la fábrica se encuentra el azud Tizona, de donde tomaban el agua los molinos mencionados. Tras pasar el puente, nos encontramos con otro molino, el de Cabila. De él se tiene noticia desde finales del siglo XV porque su propietario de entonces fue quemado por hereje. En el siglo XIX dio servicio a una fábrica de harinas, de la que aún puede apreciarse parte del edificio y su sistema hidráulico. Un poco más arriba había otro molino, el de la Hoya, de cuya existencia solo dan fe su azud y una calle que lleva ese nombre. El siguiente elemento de interés es la que fuera fábrica La Castellana, fundada a mediados del siglo XIX por la familia Carretero y donde se elaboraron durante décadas los más variados productos derivados de la harina, llegando a ser uno de los complejos industriales más importantes de Segovia. Sus edificios fueron convertidos en viviendas en los años 70 del siglo XX, conservándose la chimenea y el aspecto de complejo fabril. Por último, a uno y otro lado del puente de la Vía Roma, encontraremos los restos de la que fuera fábrica de loza. Y unos pocos metros más allá, río arriba, daremos con la cacera de regantes de San Lorenzo, cuyas primeras noticias documentadas datan de tiempos de Enrique IV, pero que sin duda se remonta a mucho más atrás.

La Casa de la Moneda y el monasterio de El Parral desde la zona del alcázar.

obispo de esa ciudad, Andrés Cabrera-Bobadilla, familia que, ya desde tiempos de Isabel la Católica, había tenido gran vinculación con Segovia. Indudablemente también tuvo que influir el lugar, próximo a la corte y a las residencias reales de Valsaín y El Escorial, y en un emplazamiento surtido de abundante agua que baja en rápida corriente desde las cercanas montañas. En septiembre de 1583 se compra el molino, y un mes después se reúne allí mismo el rey con los técnicos enviados desde Alemania y con su arquitecto de cabecera, Juan de Herrera. La reunión no fue en balde: de ella se salió ya con el diseño del que sería el primer ingenio mecánico de fabricación de moneda de España y uno de los primeros del mundo, y que, hoy día, está considerado como el edificio industrial más antiguo que se conserva en nuestro país.

La obra herreriana

Aunque no se conservan los planos de Juan de Herrera, sí existe documentación suficiente –así como algunos planos posteriores utilizados para sucesivas reformas– como para conocer la planta y configuración de los edificios y haber podido acometer, recientemente, su rehabilitación. Los edificios de la fábrica estaban agrupados en dos zonas y en torno a dos patios, el alto y el bajo. Ambos patios se encontraban separados por un sencillo muro de bloques de granito con una balaustrada coronada por los típicos bolos herrerianos. Los edificios que daban al patio alto albergaban los almacenes, la administración y otras oficinas; el edificio de la parte inferior (llamado ingenio grande o de máquinas), situado junto al Eresma, albergaba la maquinaria, el conjunto de laminadores y acuñadores movidos por las ruedas hidráulicas que aprovechaban la fuerza del río, el cual entraba en el complejo de la fábrica a través de un canal desde el azud que represaba las aguas, un azud que ya daba servicio al antiguo molino papelero comprado por la Corona. Además, al otro lado del canal y a espaldas del ingenio grande, se reformó el pequeño edificio del primitivo molino (ingenio chico), que siguió fabricando papel hasta 1590, año en que toda su maquinaria se trasladó al monasterio de El Escorial para montar el molino de papel de los monjes jerónimos.

En general, todo el conjunto diseñado por Herrera –pensado desde el comienzo para integrar todo el proceso de

Canal y ruedas hidráulicas del ingenio grande.

La recuperación de un edificio industrial único

Tras varias décadas de abandono, el edificio del Real Ingenio de Segovia fue restaurado recientemente después de un largo y complejo proceso. En 1989 el Ayuntamiento de Segovia inicia los trámites para adquirir la fábrica; en 1998 el Ministerio de Fomento, la Junta de Castilla y León y el Ayuntamiento segoviano firman un protocolo para elaborar el proyecto de restauración; y el año 2000 el conjunto es declarado Bien de Interés Cultural (aunque el expediente de incoación se había iniciado casi 20 años antes). Hasta 2007 no empiezan las obras, que finalizan en 2011, con una inversión de 10 M€ financiados por el entonces Ministerio de Vivienda, la Junta castellanoleonesa y el Ayuntamiento. El proyecto de rehabilitación, que comprendía los edificios, los patios, el canal y el azud, obtuvo el segundo premio "Ciudades Patrimonio de la Humanidad 2010" otorgado por el Ministerio de Cultura. Al tiempo que se desarrollaban las obras de rehabilitación y en coordinación con estas, se llevaron a cabo una serie de intervenciones arqueológicas para documentar, inventariar y datar todos los restos hallados. La rehabilitación se realizó con base en esos hallazgos, en la abundante documentación histórica y en los únicos planos que se conservan, obra de Francisco de Mora (1607), José Vallejo y Vivanco (1678), Francisco Sabatini (1771) y Francisco Verea (1861). También fueron de gran utilidad las pocas fotografías de la fábrica antes de su deterioro que se conservan, como la realizada por Laurent en 1870, un año después de su cierre. Para la ejecución del proyecto de rehabilitación se formó una comisión científica coordinada por el historiador Glenn Murray.

Por otra parte, y dado que no quedaba nada de la maquinaria original, la Fundación Juanelo Turriano acometió la reconstrucción de las ruedas hidráulicas que movían el laminador, el martinete y el fuelle, las cuales se instalaron en 2011, una vez terminadas las obras de los edificios, en el canal que alimenta la fábrica. La misma fundación realizó en 2014 la reconstrucción del laminador, que se expone en el museo ubicado en el rehabilitado "ingenio grande". Las reconstrucciones fueron realizadas por artesanos bajo la dirección científica de Jorge Miguel Soler y José María Izaga, especialistas en historia de la tecnología industrial. Además en la casa de la moneda se han realizado otras actuaciones, como la recuperación de las inscripciones de fachadas y puertas, los jardines o un nuevo proyecto museográfico abierto al público desde marzo de este año.

fabricación, desde la recepción del metal hasta la acuñación y puesta en circulación de la moneda– tenía ese inconfundible estilo herreriano, desornamentado y austero, que tuvo su máxima representación en el monasterio de San Lorenzo de El Escorial. Las obras duraron en total cinco años –desde noviembre de 1583 hasta octubre de 1588– y costaron casi 30 millones de maravedís que pagó el propio rey, ya que se trataba de una fábrica adscrita a su patrimonio y no al Consejo de Hacienda.

El largo viaje

Al tiempo que se levantaba la fábrica, los técnicos alemanes enviados por Federico del Tirol construían el canal –de madera sobre un muro de piedra– y las ruedas hidráulicas que moverían los ingenios, y en Hall, Jacob Bertorf, jefe de la casa de la moneda de esa ciudad, y otros técnicos, bajo la supervisión de Gregorio Gerlin, secretario del embajador imperial, construían la compleja maquinaria, la más avanzada en el mundo por entonces, que debía ser traída a España para su instalación en Segovia. El 2 de octubre de 1584, con la maquinaria terminada tras dos años de trabajo, Gerlin y los tiroleses emprenden un largo viaje que está considerado como el mayor y más complejo transporte de maquinaria industrial realizado hasta ese momento: un convoy con 25 caballerías portando otros tantos fardos donde se embalaron, en fuertes cajas de madera, las piezas de las máquinas, y que iría desde el Tirol a Milán, de allí a

A la izqda., molino de la Peña del Pico. Debajo, cacera de regantes de San Lorenzo.

Génova y, ya en barco, hasta Barcelona, donde arribó en febrero de 1585.

Fue un viaje de ocho meses plagado de problemas, parones por reclamaciones económicas y hasta traiciones –el jefe de los soldados que custodiaban el convoy quedó preso en Génova por un oscuro asunto de venta de información–, que acabó costando la vida al embajador Gerlin, que, enfermo y agotado por el viaje, murió nada más llegar a Barcelona. Fue el propio Felipe II, que a la sazón se encontraba en la Ciudad Condal, quien tuvo que hacerse cargo de todas las deudas generadas durante el viaje –al final la maquinaria, con un coste de 6.000 ducados, acabaría siendo un regalo del archiduque Fernando–. Desde Barcelona, el resto del trayecto tampoco estuvo exento de dificultades, ya que el convoy tuvo que evitar algunas zonas de Aragón asoladas esos días por una epidemia de peste, no llegando a Segovia hasta el 1 de junio. En marzo de 1586, tras el montaje de la maquinaria y después de varias pruebas –a alguna de ellas asistió el propio Felipe II acompañado del embajador imperial y también del famoso escultor y orfebre italiano Jacome da Trezzo–, salieron las primeras acuñaciones oficiales de aquella ceca que podía presumir de la tecnología más avanzada de su tiempo.

La fábrica llegó a tener 14 ruedas hidráulicas –10 el ingenio grande (que se destinó a la fabricación de moneda de cobre) y 4 el chico (destinado a las monedas de oro y plata) que movían los rodillos acuñadores y las laminadoras, así como los fuelles, martinetes, mazos y tornos de la herrería, ubicada también en el ingenio grande. Hasta 1730 –fecha en que la fabricación de las monedas de oro y plata se desplazó a las cecas de Sevilla y Madrid, dejándose la segoviana únicamente para las piezas de cobre–, en la casa a orillas del Eresma se fabricarían algunas de las monedas más valiosas de la monarquía hispánica, como los cincuentines (50 reales de plata) y los centenes (100 escudos de oro). Los ingenios originales traídos desde el Tirol estuvieron en funcionamiento nada menos que dos siglos, sirviendo como modelo para otras fábricas, sobre todo en América. El año 1771 el rodillo hidráulico es sustituido por la prensa de volante, que ya había sido implantada mucho antes, en 1700, en las cecas de Sevilla y Madrid. Y casi un siglo después, en 1866, se produce la última renovación de la maquinaria, con la instalación de una prensa automática. No obstante, apenas tuvo utilidad. Cinco años antes se había inaugurado en Madrid una moderna casa de la moneda en la que se centralizó toda la fabricación oficial, y la ceca segoviana interrumpi-

Fábrica de harinas Carretero (izqda.) y chimenea de la fábrica de loza.

ría su actividad definitivamente en 1869 con la acuñación de una medalla conmemorativa de la revolución de septiembre de 1868.

La fábrica también sufrió modificaciones a lo largo de su dilatada vida. En 1607, el arquitecto Francisco de Mora, discípulo de Herrera, sustituye los techos de madera de la fundición, arrasados por un incendio, por bóvedas de ladrillo, aunque no varía el aspecto general del conjunto. En 1771, con la introducción de la prensa de volante, se producen modificaciones más de fondo. Las obras, a cargo de Francisco Sabatini, consisten en la construcción de un nuevo edificio para albergar las nuevas prensas, la remodelación de los antiguos para albergar nuevas dependencias, la sustitución del primitivo canal de madera por otro de piedra y otras obras de mejora. La última transformación del complejo se produce en 1829, bajo el reinado de Fernando VII, destacando la monumental puerta neoclásica, obra del arquitecto Juan José de Alzaga.

El edificio, obra de Juan de Herrera, fue reformado en 1771 por otro insigne arquitecto, Francisco Sabatini, al que se debe el actual canal

Con la actividad de la fabricación de moneda centralizada en la casa de Madrid, la ceca de Segovia cierra definitivamente sus puertas en 1869. Ese mismo año se vende la maquinaria, y en 1874, los edificios. En 1879, ya en manos privadas, se instala allí un molino harinero. El largo periplo del ingenio, de casi 300 años, termina así como empezó, con una vuelta a sus modestos orígenes molineros, actividad que duraría hasta finales de los años sesenta del pasado siglo. Mientras, el histórico conjunto se deterioraba de forma paulatina. Por suerte, algunas asociaciones y la propia Administración fueron conscientes a tiempo de la necesidad de recuperar un patrimonio industrial único, probablemente el más antiguo de España, situado además en un entorno singular, poco común en un conjunto industrial, rodeado por el río, azudes, caceras históricas y hermosas alamedas, acompañado de viejos monasterios como el Parral o la iglesia templaria de la Vera Cruz. Y, por supuesto, a los pies de uno de los castillos más fotogénicos y cinematográficos que uno pueda imaginar. ▮

Para saber más del Real Ingenio

La web de la Casa de la Moneda ofrece información sobre el edificio y visitas (www.casamonedasegovia.es). También la Asociación Amigos de la Casa de la Moneda de Segovia (www.segoviamint.org) y la Fundación Juanelo Turriano (www.juaneloturriano.com) ofrecen información en sus respectivas webs. La Empresa Municipal de Turismo de Segovia ha publicado una guía titulada Un paseo por la historia del Real Ingenio. Y para profundizar aún más en la historia de la ceca segoviana, el libro La Real Casa de la Moneda de Segovia, maravilla tecnológica del siglo XVI, *de Glen Murray, J.Mª Izaga y Jorge Miguel Soler, publicado por la Fundación Juanelo Turriano.*

El Priorat, La Rioja y Utiel-Requena aspiran a su reconocimiento como Patrimonio de la Humanidad

Donde la vid se hace paisaje

Texto y fotos: Jesús Ávila Granados

Con más de 2.700 años de antigüedad, la cultura vitivinícola de nuestro país es una de las más antiguas del mundo occidental. Fruto de esta actividad, que se remonta a los tiempos de iberos, celtas y romanos, es un paisaje de gran personalidad, que engloba a pueblos y gentes, así como un patrimonio histórico-artístico y arqueológico, impresionante, aunque no siempre bien conocido.

Viñedos de Samaniego, en la comarca de La Rioja Alavesa, y cepa de la variedad bobal, de Utiel-Requena.

Indistintamente, y por diferentes iniciativas, se han presentado en la UNESCO tres proyectos relacionados con paisajes culturales del viñedo español, para ser reconocidos como Patrimonio de la Humanidad. Estas candidaturas se corresponden con espacios naturales de gran tradición vitivinícola, localizadas en el Priorat, la Rioja y la comarca Utiel-Requena, y se da la circunstancia de que, todas ellas, encuentran un denominador común: unas raíces culturales basadas en el aprovechamiento de los recursos del suelo, en los cuales hubo una actividad vitivinícola con más de 2.700 años de antigüedad, que luego perduró en centros monásticos medievales donde la filosofía de *ora et labora* fue toda una forma de vida.

A la sombra del Montsant

Iniciamos este singular viaje por la comarca del Priorat, en el interior de la provincia de Tarragona, porque en ella, sobre la ladera meridional de la poderosa mole rocosa de la Serra del Montsant, a mediados del siglo XII, se fundó Scala Dei, la primera cartuja de nuestro país, por monjes llegados de la Grand Chartreuse, los primeros grandes viticultores monacales de España; ellos fueron los grandes *pater vinarius*, garantes de una cultura enológica que estaba recuperándose en la Edad Media.

Scala Dei se encuentra en el centro-norte de la comarca del Priorat, exactamente a 22 km de Falset y a 5 km de La Morera de Montsant. La *cartoixa* (cartuja) de Scala Dei representa el símbolo espiritual y laborioso de la comarca, de la cual adquirió su nombre –"Priorat"–, de prior o superior de la congregación de monjes cartujos. La fundación se remonta al año 1163; cuando Albert de Castellvell, señor supremo de estos territorios, tras la conquista de Siurana, a petición del monarca Alfonso II de Aragón, hizo una donación de tierras de Poboleda a un tal Ramón de Vallbona, facilitando de este modo el asentamiento de un grupo de eremitas moradores de diferentes lugares del Montsant y unos monjes franceses llegados de Provenza. La fundación provisional fue en 1172, y tuvo lugar cerca de la villa de Poboleda, y sus miembros se acogerían a la regla de San Bruno. Dos monarcas aragoneses –Pedro I y Jaime I– no escatimaron esfuerzos para ayudar a esta comunidad; y fue en 1203 cuando los monjes decidieron trasladarse, desde Poboleda, al definitivo lugar que hoy nos conmueve el ánimo al contemplar entre la ruina y la desolación, pero de una grandiosidad aún intacta pese a los estragos del tiempo.

En este definitivo asentamiento tuvo un papel decisorio –según la tradición popular– la opinión aportada por un pastor, quien aludía a unas visiones de ángeles subiendo y bajando a través de una larga escalinata que se perdía en el firmamento; los monjes vieron en estas manifestaciones la decisión divina del lugar en donde debían levantar la futura cartoixa; de ahí la denominación del complejo monástico: "Scala Dei" (escalera del Señor). De cualquier modo, no podía encontrarse un lugar más adecuado para la congregación, orientada a mediodía; la cartuja estaba, al mismo tiempo, respaldada de los vientos del norte por los altos paredones rocosos de la Serra del Montsant.

En esos años fundacionales cada monje poseía una sencilla celda y un pequeño huerto adjunto. Las primeras celdas fueron levantadas en torno al patio destinado a cementerio, el cual convirtieron en un humilde claustro. En el sector meridional se alzaba la iglesia, que mostraba una imponente sencillez. Esta cartuja tuvo altos benefactores; a expensas del patriarca de Alejandría,

Juan de Aragón, fueron construidas nuevas celdas y un nuevo patio llamado "dels Rosers"; Berenguer Gallart, en 1403, ordenó la construcción de seis nuevas celdas y otro pequeño claustro en la parte posterior de la capilla del Sagrario. Entonces la comunidad contaba con 30 monjes y 15 legos. La riqueza de la cartoixa iba en constante aumento. Fueron numerosos los pueblos bajo su jurisdicción, entre otros: La Morera, Poboleda, Porrera, Gratallops, Torroja, Bellmunt, o La Vilella Alta.

Allí, en aquel paradisíaco entorno, los monjes fueron desarrollando un arte noble: el de la viticultura, toda una industria que progresivamente iba a convertirse en la principal fuente de riqueza de la comarca. Ellos, los cartujos, fueron por lo tanto los verdaderos *pater vinatius*, a los que tanto les deben los prioratinos de hoy. Durante muchos siglos, la cartoixa de Scala Dei fue toda una garantía para la comarca del Priorat. Los monjes construyeron grandes *cellers* (bodegas), en donde madurar el vino de la región, al tiempo que trazaban una tupida red de establecimientos y almacenes necesarios para su mejor distribución. El siglo XVIII fue la época de mayor esplendor de la cartuja: la iglesia se revistió de mármol, se agrandó la sacristía y las capillas, al tiempo que se construía el monumental frontispicio de la fachada de entrada a las diferentes dependencias monásticas, que aún se conserva, así como la interesante fachada de entrada a la plaza de la portería y la amplia arcada de medio cañón que la precede. Pero dos acontecimientos históricos irían a destruir este esplendor: la Guerra de la Independencia, primero, y las desamortizaciones (1834-35), después; dejando a Scala Dei, la primera de las cartujas de la península Ibérica, en una pura ruina, después de haber sido objeto de terribles saqueos y feroces incendios.

Y fuertes son las razones por las que este territorio ha decidido solicitar a la UNESCO que el paisaje del viñedo de esta comarca sea declarado Patrimonio Cultural de la Humanidad, como lo confirma el presidente de la Denominación de Origen Calificado Priorat, Toni Alcover: "El reconocimiento del Priorat como Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO supondría para la DOCa Priorat un impulso a su papel como región vitivinícola y paisajística de referencia en Europa y en el mundo. Supondría reconocer las características que dan una fuerte personalidad a nuestra región, como pueden ser su orografía singular que condiciona una arraigada viticultura heroica, un terruño único marcado por la presencia de la pizarra "llicorella" o la belleza de unos pueblos que mantienen intacta su relación con la vida rural. Se trataría de un gran estímulo para continuar en la lí-

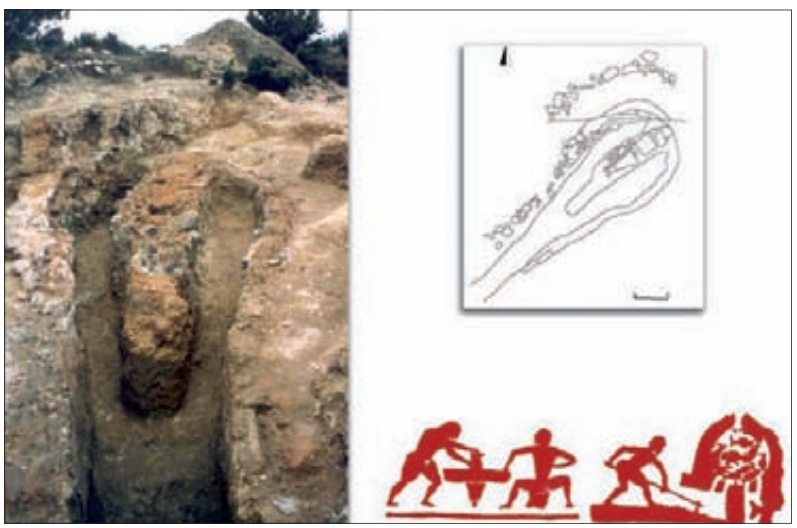
Arriba a la izqda., interior del patio de la bodega de Fernando Remírez de Ganuza, en La Rioja. A la drcha., exterior del monasterio benedictino de Valvanera. Debajo, arcadas de la zona de acceso a la cartuja de Scala Dei.

Interior de la cartuja de Scala Dei, con el Montsant como telón de fondo. Debajo, horno ibérico de Las Casillas del Cura (Venta del Moro).

nea de una agricultura tradicional respetuosa con la gran biodiversidad de la zona y que pueda combinarse con una oferta enoturística sostenible. La cultura del vino podría ponerse en valor desde las premisas que marcan la identidad propia de esta denominación".

El Ebro, como referencia

La Rioja es, sin duda, el territorio hispano con mayor tradición vitivinícola a nivel mundial; y cuando hablamos de La Rioja, nos referimos tanto a la Comunidad Autónoma en sí, con capital en Logroño, como a la zona norte, llamada Rioja Alavesa, ya en tierras de Euskadi, que tiene como referencia espacial la poderosa sierra de Cantabria, con pueblos tan emblemáticos como Labastida, Laguardia, Samaniego, etc., donde el aire que se



respira transmite esencias del mejor mosto. Precisamente, un bodeguero de Samaniego, Fernando Remírez de Ganuza, está potenciando el paisaje del viñedo en su zona, mimando las vides como si de un jardinero del paisaje se tratase; las vendimias las realiza de noche, para que los frutos mantengan el frescor más tiempo en los lagares.

Si en el Priorat y La Rioja los viñedos tienen su origen en órdenes religiosas medievales, en tierras levantinas fueron los iberos los primeros viticultores

También en la Comunidad Autónoma de La Rioja una larga tradición monacal, transmitida desde los grandes cenobios como los de San Millán de la Cogolla (con Yuso y Suso), Valvanera o los de centros urbanos como Santo Domingo de la Calzada y Nájera, donde la cultura de la vid y el arte de elaborar un buen vino prendió desde los siglos medievales y han formado parte del sentir de las gentes. El monje Mateo de Anguiano, en 1704, así describía su tierra: "La Rioja es país tan ameno y delicioso, que abunda de todos frutos y de calidad que no necesita que la entren de fuera, como precisan otras provincias".

Valvanera –de "Vallis Venaria" (el valle de las venas de agua)– es uno de los conjuntos monásticos más interesantes y desconocidos de la geografía española, lugar cargado de mitos y leyendas. La primera comunidad cenobítica se remonta al año 954, cuando esta tomó la regla de San Benito. Pero el primer documento histórico conservado, relacionado con la abadía de Valvanera, es del año 1092, correspondiente a un privilegio de Alfonso VI de Castilla. Precisamente a este monarca le debemos la construcción de la segunda iglesia, que fue románica; la actual, sin embargo, iniciada en 1465 y terminada en el primer tercio del siglo XVI costeada por la poderosa familia de los Manrique de Lara, es gótica tardía. Este cenobio estuvo estrechamente relacionado con Gonzalo de Berceo, representante destacado del mester de clerecía, autor del romance palatino y de las primeras estrofas del castellano como lengua universal. Los edificios más antiguos conservados son la torre románica y la iglesia. Junto al monasterio se halla también una hospedería abierta al público.

La virgen negra de Valvanera, patrona de La Rioja, que preside en camarín el altar mayor de la iglesia abacial, está envuelta en una curiosa leyenda, relacionada con un tal Nuño, ladrón de oficio, quien en una ocasión, estando agachado, oculto entra la maleza y esperando el momento oportuno para sorprender a un humilde labriego que araba la tierra con sus bueyes, oyó cómo el

campesino imploraba al Altísimo para que su tierra diese frutos que alimentasen a los buenos y malos. Nuño, al oír aquellos cánticos, no tardó en reflexionar sobre su vil comportamiento y perdonó la vida de aquel campesino, mientras escuchaba del cielo unas voces divinas que le indicaban dónde encontrar una virgen, un panal de abejas y una arqueta con reliquias. Como guiado por una fuerza sobrenatural, Nuño llegó al lugar de Valvanera, donde halló un milenario roble, que contenía en su interior todo cuanto iba buscando. Por ello, la virgen de Valvanera está relacionada con los robles –una de las especies vegetales sagradas para los antiguos celtas– y con el alimento que nos ofrecen las abejas.

Por tierras levantinas

En el interior de la provincia de Valencia, formando parte de los municipios de Utiel y Requena, se extiende una zona conocida ya como territorio bobal, en justo homenaje a la más emblemática de las variedades de vid que, desde tiempos antiguos, se viene cultivando en esta zona, como lo confirman los diferentes yacimientos arqueológicos excavados. Si en los dos territorios anteriores –Priorat y La Rioja– sus viñedos tienen un referente documental muy claro, basado en instituciones religiosas de origen medieval, aquí, en tierras levantinas, fueron los primitivos iberos quienes pusieron los cimientos de una cultura vitivinícola cuya tradición ha logrado mantenerse ininterrumpidamente a lo largo de cerca de tres milenios. Fruto de ello, como sucede en los dos territorios anteriores, es un paisaje de una peculiar belleza, que cambia adaptándose al peculiar ritmo de las cuatro estaciones.

Del ancestral cultivo de la vid en estos pagos levantinos da valioso testimonio el yacimiento de Las Pinillas, un asentamiento íbero considerado como el centro productor de vino más antiguo de España. Ubicado en el margen derecho de la rambla de Los Morenos, próximo a la pedanía de Los Duques (Requena), en su interior han aparecido grandes bloques calizos en los que, desde finales del siglo VII a. de C., se excavaron lagares para el pisado y la extracción del mosto que, con la fermentación, se convertiría en vino. Se trata de dos pilas o pequeñas albercas, a diferente nivel y comunicadas por unos orificios que permiten que, por el sistema de pisado y decantado, el mosto pase de la pililla superior a la inferior para su recogida y fermentación.

Otro tipo de testimonio que vincula a esta comarca con la producción de vino es el yacimiento de las Casillas del Cura, de Venta del Moro, en el cual se ha podido comprobar cómo, en el siglo VI a. de C., se elaboraban ánforas y otras cerámicas relacionadas con la producción y el consumo del vino. También, en el Molón de Camporrobles y en Los Villares, de Caudete de las Fuentes, se han encontrado evidencias que vinculan estos yacimientos con esta sagrada bebida, incluso semillas de vid.

Exterior de la iglesia de Samaniego (Araba) y pila excavada en la roca en Las Pinillas, asentamiento ibero en Requena.

"Estos atributos de Antigüedad y Pervivencia que definen la tradición vitivinícola del Territorio Bobal se expresan no solo en manifestaciones arquitectónicas, paisajísticas y culturales que evidencian la simbiosis entre la cultura vitivinícola y el espacio geográfico formado por los nueve municipios, sino que en este largo proceso de formación del paisaje y la identidad cultural se ha producido un fenómeno de adaptación y/o evolución en el sentido darwiniano del término, que ha dado como resultado la existencia de una variedad autóctona perfectamente adaptada al suelo y al clima de la comarca: la Bobal", nos dice Carmen Pérez, directora del Instituto Valenciano de la Restauración de Bienes Culturales.

Revista del Ministerio de

Fomento

VIADUCTOS SINGULARES DEL SIGLO XXI (FERROCARRIL)

MONOGRÁFICO
Julio-Agosto 2014

PVP: 6 €

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

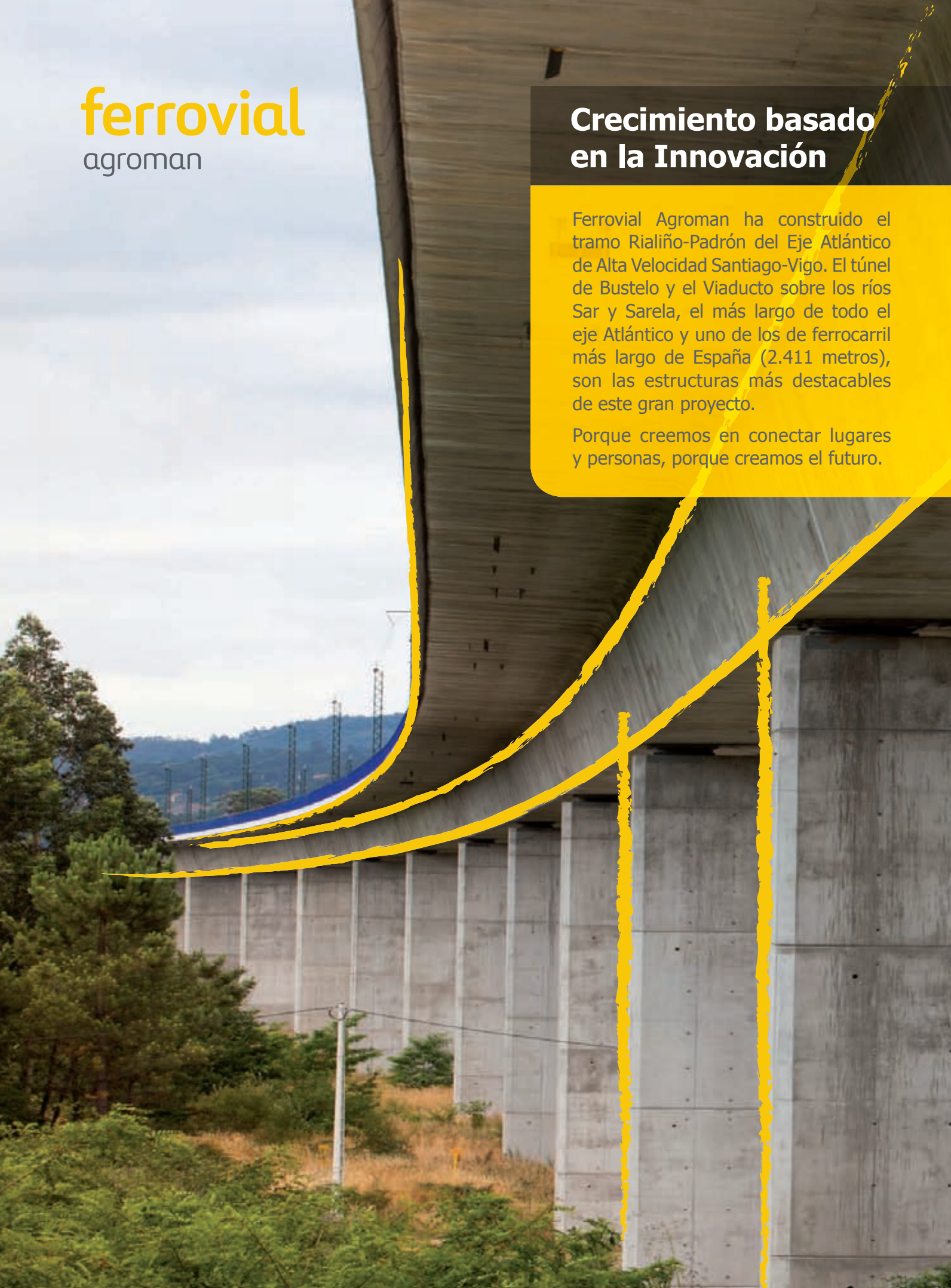
SOLICITE SU EJEMPLAR EN TELF. : 91 597 53 85 / 53 91
Por fax: 91 597 85 84 (24 horas)
Por correo electrónico: cpublic@fomento.es

ferrovial
agroman

Crecimiento basado en la Innovación

Ferrovial Agroman ha construido el tramo Rialiño-Padrón del Eje Atlántico de Alta Velocidad Santiago-Vigo. El túnel de Bustelo y el Viaducto sobre los ríos Sar y Sarela, el más largo de todo el eje Atlántico y uno de los de ferrocarril más largo de España (2.411 metros), son las estructuras más destacables de este gran proyecto.

Porque creemos en conectar lugares y personas, porque creamos el futuro.



Centro virtual de publicaciones del Ministerio de Fomento:
www.fomento.gob.es

Catálogo de publicaciones de la Administración General del Estado:
http://publicacionesoficiales.boe.es

Título de la obra: **Revista del Ministerio de Fomento nº 650, mayo 2015**
Autor/Editor: Secretaría General Técnica; Centro de Publicaciones, Ministerio de Fomento
Año de edición: junio 2015

Edición digital:
1ª edición electrónica: junio 2015
Formato: Pdf
Tamaño: 12,65 MB

NIPO: 161-15-006-6
I.S.S.N.: 1577-4929

P.V.P. (IVA incluido): 1,50 €

Edita:
Centro de Publicaciones
Secretaría General Técnica
Ministerio de Fomento©

Aviso Legal: Todos los derechos reservados.Esta publicación no podrá ser reproducida ni en todo, ni en parte, ni transmitida por sistema de recuperación de información en ninguna forma ni en ningún medio, sea mecánico, fotoquímico, electrónico o cualquier otro.

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO
SECRETARÍA GENERAL TÉCNICA
CENTRO DE PUBLICACIONES

Revista del Ministerio de

Fomento

Junio 2015 Nº 651 3 €

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

Proyecto de Ley del Sector Ferroviario

Proyecto de Ley de Carreteras

En servicio 23 nuevos kilómetros de la A-54 en Lugo

Puente sobre el Ter en Girona

Abierta al tráfico la variante de Aranda de Duero en Burgos

TRANSPORT THINKING

FERROVIARIO | AERONÁUTICO | CARRETERAS | TRANSPORTE URBANO | PUERTOS

Somos transporte. Somos ingeniería.

Nuestra esencia está compuesta de experiencia, calidad, tecnología, innovación, eficiencia y rentabilidad. Ésa es la propuesta de valor con la que nacimos hace más de 45 años y que hemos mantenido hasta convertirnos en una ingeniería y consultoría global líder en transporte con proyectos en más de 45 países. Trabajamos con clientes públicos y privados y ofrecemos un enfoque integral en todos los modos de transporte. El conocimiento de nuestros 2.500 profesionales nos permiten ser lo que somos: transporte al servicio de la sociedad.

ineco

Bringing people & places together

PLAN ESTRATÉGICO DE MOVILIDAD, ECUADOR | PROJECT MANAGEMENT DE LA AMPLIACIÓN DEL AEROPUERTO DE KUWAIT | ALTA VELOCIDAD HS2, REINO UNIDO | ALTA VELOCIDAD LA MECA - MEDINA, ARABIA SAUDÍ | MODERNIZACIÓN DE LA RED AEROPORTUARIA Y EL ESPACIO AÉREO, ESPAÑA | LÍNEAS CPTM, BRASIL | RED DE ALTA VELOCIDAD: INFRAESTRUCTURAS, ESPAÑA | RED DE ALTA VELOCIDAD: SISTEMAS DE CONTROL DE TREN, ESPAÑA | AGENTE ADMINISTRADOR SUPERVISOR AUTOPISTA GUADALAJARA - COLIMA, MÉXICO | PUESTA EN OPERACIÓN DE LA NUEVA TERMINAL DEL AEROPUERTO DE ABU DABI, EMIRATOS ÁRABES UNIDOS

www.ineco.com

Contenido

Director de la Revista: Antonio Recuero.

Jefe de Redacción: Mariano Serrano.
Maquetación: Aurelio García.
Secretaria de redacción: Ana Herráiz.
Archivo fotográfico: Vera Nosti.
Portada: DCE Cataluña.
Elaboración página web: www.fomento.gob.es/publicaciones. Concepción Tejedor.
Suscripciones: 91 597 72 61 (Esmeralda Rojo Mateos).
Colaboran en este número: Jaime Arruz, Begoña Olabarrieta y Javier R. Ventosa.
Comité de redacción: Presidencia: Mario Garcés Sanagustín *(Subsecretario de Fomento).*
Vicepresidencia: Eugenio López Álvarez *(Secretario General Técnico).*
Vocales:, *Luis Izquierdo Labella (Director de Comunicación),* Pilar Garrido Sánchez *(Directora del Gabinete de la Secretaría de Estado de Infraestructuras, Transporte y Vivienda),* Eloísa Contín Trillo-Figueroa *(Jefa del Gabinete del Subsecretario),* Mónica Marín Díaz (*Directora del Gabinete Técnico de la Secretaría General de Infraestructuras),* Mª José Rallo del Olmo *(Jefa del Gabinete Técnico de la Secretaría General de Transportes),* Pedro Guillén Marina *(Director del Centro de Publicaciones)* y Antonio Recuero *(Director de la Revista).*
Dirección: Nuevos Ministerios. Paseo de la Castellana, 67. 28071 Madrid.
Teléf.: 915 978 084. Fax: 915 978 470.
Redacción: Teléf.: 915 977 264 / 65.
E-mail: cpublic@fomento.es
Impresión y publicidad: Comunicación y Diseño.
C/ O'Donnell, 18, 5º H 28009 Madrid.
Teléf.: 91 432 43 18. Fax 91 432 43 19.
E-mail: revistafomento@cydiseno.com
www.cydiseno.com
Dep. Legal: M-666-1958. ISSN: 1577-4589.
NIPO: 161-15-005-0

Edita:
Centro de Publicaciones.
Secretaría General Técnica
MINISTERIO DE FOMENTO

Esta publicación no se hace necesariamente solidaria con las opiniones expresadas en las colaboraciones firmadas

Esta revista se imprime en papel con un 60% de fibra reciclada postconsumo y un 40% de fibras vírgenes FSC.

FERROCARRIL

02

Ganar eficacia.

El Proyecto de Ley del Sector Ferroviario busca reforzar el rigor en la planificación, construcción y gestión.

CARRETERAS

10

Puesta al día.

El Proyecto de Ley de Carreteras aspira a reforzar el servicio público viario.

CARRETERAS

18

Por la Galicia interior.

Abiertos los tres primeros tramos de la A-54 en Lugo.

CARRETERAS

26

Tirantes sobre el Ter.

En servicio el nuevo puente de acceso a Girona.

34. En tierra de viñedos.
En servicio la variante de Aranda de Duero.

42. Regeneración urbana.
El proyecto Remourban enseña a diseñar las ciudades europeas del futuro.

46. Al fin, el mundo a la vista.
La T2 del aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas, 50 años de historia.

52. Por ser salinero.
Lagunas de La Mata y Torrevieja, parque natural e industria salinera.

El Proyecto de Ley del Sector Ferroviario busca reforzar el rigor en la planificación, construcción y gestión

Ganar eficacia

R.F.

Garantizar un sistema común de transporte ferroviario en todo el territorio y reforzar su eficiencia en todas sus fases, desde la planificación a la construcción y la gestión, son algunos de los objetivos del Proyecto de Ley del Sector Ferroviario, con el que también se busca unificar y concentrar en una sola norma su régimen legal a fin de dotarlo de mayor claridad.

Con el Proyecto de Ley se pretende, entre otros fines, dotar de mayor eficiencia al sistema ferroviario.

El pasado 8 de mayo el Consejo de Ministros aprobó la remisión a las Cortes del Proyecto de Ley de Sector Ferroviario a fin de iniciar su tramitación parlamentaria. La nueva Ley busca unificar y concentrar en una sola norma el régimen legal concerniente al sector, cuya actual Ley 39/2003, de 17 de noviembre, ha sido objeto en estos últimos 12 años de diversas modificaciones parciales a fin de adaptarla, bien a las nuevas realidades y demandas del sector, bien a las normas específicas comunitarias.

.\ Fines

El nuevo Proyecto de Ley se estructura en siete títulos, el primero de ellos dedicado íntegramente a determinar su objeto y definir sus fines. Entre estos últimos cabe mencionar especialmente los siguientes: 1) garantizar un sistema común de transporte ferroviario en el territorio del Estado; 2) satisfacer las necesidades de la sociedad en el ámbito del transporte ferroviario con el máximo grado de eficacia; 3) facilitar el desarrollo de la política europea común de transporte ferroviario, favoreciendo la interconexión, la interoperabilidad de los sistemas ferroviarios y la intermodalidad de los servicios de transporte; 4) separar el régimen jurídico aplicable a las infraestructuras del de los servicios de transporte que se prestan sobre ellas; 5) regular la construcción de nuevas infraestrucuras ferroviarias y el desarrollo de nuevos servicios de transporte de competencia estatal para impulsar la cohesión territorial, económica y social; 6) asegurar la eficiencia del sistema ferroviario estatal y la adecuada utilización de los recursos disponibles; 7) regular el sistema de otorgamiento de licencias que permitan el acceso al mercado de las empresas ferro-

viarias; 8) regular el acceso a la infraestructura ferroviaria mediante procedimientos basados en los principios de transparencia, objetividad y no discriminación, y 9) promover las condiciones de competencia en la prestación de servicios de transporte conforme también a los principios antes citados.

La nueva Ley tiene también entre sus fines establecer las pautas necesarias para coordinar las actuaciones de los distintos órganos de las Administraciones con competencias en el sector; fijar los criterios para que la prestación de los servicios de transporte ferroviario de viajeros y mercancías se efectúe con eficacia y en las mejores condiciones de seguridad; promover la prestación de servicios ferroviarios en condiciones de seguridad, estableciendo las responsabilidades que en esa materia conciernen a los distintos agentes que operan en la Red Ferroviaria de Interés General; regular la investigación de accidentes e incidentes ferroviarios y, por último, proteger los intereses de los usuarios, con atención especial a las personas con discapacidad o movilidad reducida, garantizando sus derechos de acceso así como la prestación de una asistencia integral a las víctimas en caso de accidente ferroviario.

Infraestructura

El segundo de los títulos del Proyecto de Ley está dedicado a regular los aspectos concernientes a la infraestructura ferroviaria, así como a definir su régimen de planificación, proyección y construcción. Se considera Red Ferroviaria de Interés General la integrada por las infraestructuras ferroviarias que resulten esenciales para garantizar un sistema común de transporte ferroviario en todo el territorio del Estado, o aquellas cuya administración conjunta resulte necesaria para el correcto funcionamiento de tal sistema común de transporte, como las vinculadas a los itinerarios de tráfico internacional, las que enlacen con las distintas Comunidades Autónomas y sus conexiones y accesos a las principales núcleos de población, nudos de transporte o instalaciones esenciales para la economía y la defensa nacional.

Se definen también las competencias del ministro de Fomento en la materia, entre ellas la de acordar la inclusión, en la Red Ferroviaria de Interés General, de las nuevas infraestructuras ferroviarias siempre que el interés general así lo justifique y previo informe de las Comunidades Autónomas afectadas; o el traspaso en si-

La nueva norma busca fijar los criterios para que los servicios de transporte ferroviario se presten con eficacia y en las mejores condiciones de seguridad.

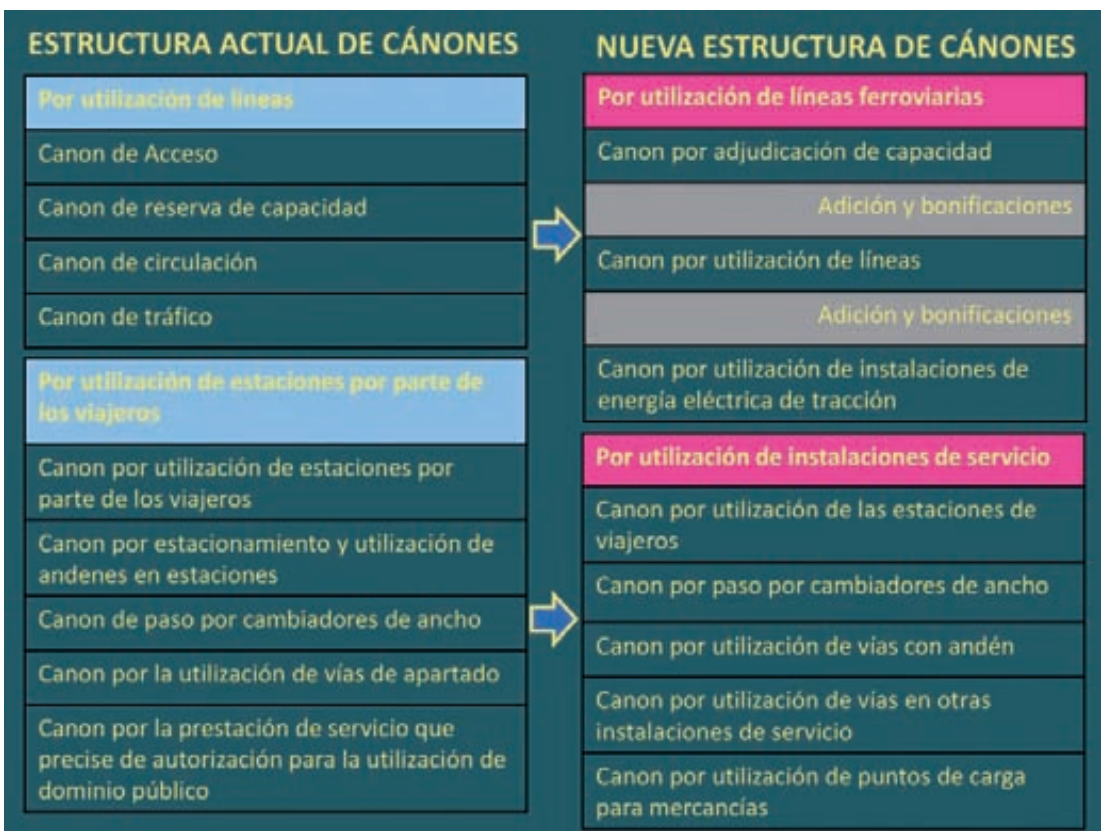
milares condiciones de aquella infraestructura ferroviaria que haya perdido sus factores de interés general. Por otro lado, todas las infraestructuras que formen parte de la Red Ferroviaria de Interés General se incluirán en el Catálogo de Infraestucturas Ferroviarias de la Red Ferroviaria de Interés General, que contendrá la relación detallada de las líneas y tramos conforme a un código oficial, reseñando su origen y destino, características técnicas, así como estaciones y terminales de mercancías. El Ministerio de Fomento será el órgano encargado de su establecimiento y modificación previo informe a las Comunidades Autónomas por las que discurran las líneas o tramos ferroviarios.

Respecto a la planificación, proyecto y construcción de infraestructuras ferroviarias integrantes de la Red Ferroviaria de Interés General, el Ministerio de Fomento deberá hacer pública la estrategia indicativa del desarrollo, mantenimiento y renovación de las infraestructuras ferroviarias integrantes de dicha Red destinada a satisfacer las necesidades futuras de movilidad. Esta estrategia deberá extenderse al menos por un período de cinco años, será renovable, fijará un marco general de prioridades y financiero y deberá estar basada en la eficiencia económica y social así como en la financiación sostenible del sistema ferroviario, teniendo en cuenta, en su caso, las necesidades globales de la Unión Europea.

En cuanto a la aprobación de los proyectos, construcción y puesta en servicio de infraestructuras ferroviarias integrantes de la Red Ferroviaria de Interés General, se señala que corresponde a los administradores de infraestructuras ferroviarias –las entidades públicas empresariales adscritas al Ministerio de Fomento con personalidad jurídica propia y facultadas para ello, como Adif y Adif Alta Velocidad– la aprobación de los proyectos básicos y de construcción de las infraestructuras ferroviarias de su titularidad. De modo previo a su aprobación, los proyectos de construcción de nueva infraestructura o de aquellos que la modifiquen significativamente o impliquen cambios relevantes en la explotación ferroviaria deberán ponerse en conocimiento de las empresas ferroviarias, del Ministerio de Fomento y de la Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria.

> Una estrategia indicativa fijará el desarrollo de la Red Ferroviaria de Interés General, su marco de prioridades y financiero

En materia de administración de las infraestructuras ferroviarias, el Proyecto de Ley establece que esta debe tener por objeto su mantenimiento y explotación, así como la gestión de su sistema de control, de circu-



lación y de seguridad, siendo un servicio de interés general y esencial para la comunidad, que ha de prestarse conforme a ley. Se señala asimismo que los organismos públicos que administren puertos de interés general conectados a la Red de Interés General ejercerán funciones propias del administrador de infraestructuras ferroviarias. Por su parte, el Ministro de Fomento podrá asignar a una entidad pública o privada, en virtud del correspondiente contrato, las funciones propias del administrador de infraestructuras ferroviarias para la construcción y administración o solo la administración de una infraestructura que forme o vaya a formar parte de la Red.

.\ Instalaciones y servicios

El tercero de los títulos del Proyecto de Ley del Sector Ferroviario regula las instalaciones de servicio y la prestación en las mismas de servicios a las empresas ferroviarias. Se amplía de manera significativa la relación de instalaciones reguladas –que comprenden desde estaciones de viajeros e instalaciones conexas a centros de mercancías, instalaciones de formación de trenes, lavado y limpieza, portuarias de actividad ferroviaria, aprovisionamiento de combustible, cambiadores de ancho y ejes, mantenimiento de vehículos ferroviarios o vías de apartado–. También, de manera especial, se busca prevenir el acceso no discriminatorio a las mismas de todos los operadores; se clasifican asimismo los distintos tipos de servicios conforme a la Directiva 2012/34 de la UE y se extiende el régimen de autoprestación de servicios por las empresas ferroviarias.

En su título IV, la futura Ley, reconociendo las ventajas medioambientales del transporte ferroviario y su importancia estratégica como servicio de interés general y esencial para la comunidad, prestado en régimen de libre competencia sin otras excepciones que las previstas en la Ley por razones de servicio público, introduce una serie de importantes novedades. Se prevé que el Consejo de Ministros pueda declarar, de oficio, o a instancia de Comunidades Autónomas o de las corporaciones locales, que aquellos servicios de competencia estatal cuya oferta no sea suficiente o no cumpla con-

La Ley relaciona todos los componentes que integran la seguridad ferroviaria y define las atribuciones de la Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria en la materia.

diciones de frecuencia, calidad o precio, necesarias para garantizar la comunicación entre distintas localidades del territorio español queden sujetos a las obligaciones de servicio público. Esta declaración implica que los servicios se prestarán por una sola empresa que deberá asegurar su continuidad, arbitrándose varias opciones a fin de compensar económicamente tales obligaciones, bien mediante la explotación en régimen de exclusividad o mediante subvención. En el caso de que las obligaciones se impongan a instancia de las Comunidades Autónomas o de las corporaciones locales, estas serán responsables de su financiación. El Ministerio de Fomento podrá intervenir con carácter vinculante, por propia iniciativa o a instancia de una de las partes, a fin de garantizar que las obligaciones de servicio público se prestan en las adecuadas condiciones de calidad y equilibrio económico.

La seguridad ferroviaria ocupa el V título, donde además de recoger y ordenar con carácter sistemático otras disposiciones ya contenidas en normativas anteriores, confiriéndoles valor de ley, se relacionan todos los componentes que integran la seguridad en la circulación ferroviaria; se definen las atribuciones de la Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria, y se regula el régimen de seguridad aplicable a cada uno de los elementos y agentes del sistema ferroviario. Se incluye también en este título un capítulo relativo a la investigación de accidentes e incidentes ferroviarios, estableciendo la obligación de investigar técnicamente todos aquellos accidentes graves que pudieran acontecer en la Red Ferroviaria de Interés General y otorgando al órgano responsable de la investigación, la Comisión de Investigación de Accidentes Ferroviarios, plena independencia funcional. Para ello se regula su composición así como la intervención del Congreso de los Diputados en la designación de sus miembros.

.\ Cánones

El título VI de la futura Ley regula el régimen económico y tributario del sector ferroviario, para el que se procura el equillibrio entre la viabilidad económica del sistema y el fomento del transporte ferroviario. Mediante el establecimiento de un nuevo sistema de cánones,

▶ *La gestión de las infraestructuras ferroviarias, la circulación y seguridad en ellas se consideran servicios de interés general.*

de estructura más sencilla, se busca optimizar el uso de la infraestructura. Se suprime la modalidad de canon de acceso, en el canon por utilización de líneas ferroviarias, que actuaba como barrera a la entrada de nuevos operadores, y se establecen nuevos criterios de clasificación de líneas a fin de vincular el canon ferroviario a la rentabilidad potencial del mercado, con especial énfasis en la regulación de bonificaciones y descuentos sobre la cuantía del canon a abonar por los operadores para incentivar el desarrollo de los servicios ferroviarios y un aprovechamiento más eficaz de las líneas.

También se introducen importantes modificaciones en la estructura del canon por utilización de las instalaciones de servicio y se revisa el régimen tarifario por la prestación de servicios y actividades en materia de seguridad ferroviaria. Se amplían y modifican igualmente los criterios de clasificación de las estaciones de viajeros a fin de considerar la capacidad económica de los servicios asociados para la determinación de la cuantía del canon. Respecto a otras tasas, el Proyecto incorpora también algunas novedades como la eliminación de la tasa por seguridad en el transporte ferroviario y la creación de la tasa por la prestación de servicios y realización de actividades en materia de seguridad ferroviaria, que se destina a financiar las actividades de la Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria.

Finalmente, el título VII determina el régimen sancionador y de inspección estableciendo una tipicación más precisa y sistemática de las infracciones junto a una mayor graduación de las sanciones. La potestad sancionadora compete a la Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria para las infracciones que afectan a la seguridad ferroviaria, al Ministerio de Fomento para aquellas relacionadas con las reglas del transporte y a la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia para corregir el incumplimiento de sus decisiones.

> El nuevo sistema de cánones busca incentivar un aprovechamiento más eficaz de las líneas

El Proyecto de Ley del Sector Ferroviario incluye en su parte final trece disposiciones adicionales, seis transitorias, una derogatoria y seis finales. su primera disposición transitoria determina un sistema provisional de apertura progresiva del mercado interior del transporte ferroviario de viajeros por el que el acceso de los nuevos operadores deberá realizarse mediante la obtención de los títulos habilitantes para cada línea o conjunto de líneas a través de los correspondientes procedimientos de licitación pública. ▮

Centro de publicaciones

Librería de publicaciones oficiales

www.fomento.gob.es

El Proyecto de Ley de Carreteras aspira a reforzar el servicio público viario

Puesta al día

R.F.

El pasado 8 de mayo el Consejo de Ministros dio luz verde al Proyecto de Ley de Carreteras, una norma que aspira a profundizar en el concepto de servicio público viario como base de la gestión de las carreteras, un principio fundado en la compatibilidad y coordinación entre construcción, conservación, explotación, seguridad vial y defensa del medio ambiente, que responda a las actuales demandas sociales.

Se cumplen ahora 27 años desde que fue promulgada la vigente Ley de Carreteras (Ley 25/1988, de 29 de julio), y aunque su texto original ha sido modificado parcialmente varias veces, las nuevas exigencias de movilidad y, sobre todo, la consideración social de las infraestructuras como un servicio público que tenga presentes aspectos como la seguridad vial, el medio ambiente, la coordinación eficaz entre Administraciones, la integración racional de los diferentes modos de transporte y una gestión eficiente de los recursos públicos, justifican una revisión en profundidad de nuestra legislación.

Así, el Proyecto que ahora comienza su andadura legislativa y que ha sido sometido a debate y consulta previos entre expertos y profesionales del sector, si bien tiene un carácter de continuidad respecto de la Ley actual en cuanto a su estructura y contenido básico, aborda también las modificaciones necesarias con vistas a la actualización exigida para la prestación con las máximas garantías de un servicio público como el viario.

La futura Ley se estructura así en cuatro capítulos, que regulan: (I) las cuestiones generales relativas al objeto y a la delimitación la Red de Carreteras del Estado y otras carreteras estatales no pertenecientes a la Red; (II) la planificación, proyecto, construcción y explotación; (III) el uso y defensa de las carreteras, y (IV) la delimitación de travesías y tramos urbanos. En total, 49 artículos, además de siete disposiciones adicionales, tres transitorias, una derogatoria y cuatro disposiciones finales. Además, se incluye un Anexo con las definiciones de los principales términos utilizados por la Ley.

.\ Principios generales

La Ley introduce un nuevo concepto, reconocido tradicionalmente por la doctrina pero que no estaba recogido de forma explícita en la actual legislación: el servicio público viario. El concepto, que está presente en toda la Ley, tiene su primer reflejo en el objeto de esta, que abarca no solo las carreteras sino que integra también el viario anexo, sus elementos funcionales y las zonas contiguas a las carreteras, y determina las principales finalidades de la política en materia de carreteras, entre ellas, facilitar los derechos de libre circulación, promover el crecimiento económico, impulsar la investigación y el desarrollo tecnológico, colaborar a la protección del medio ambiente, facilitar la intermodalidad del transporte y colaborar en los objetivos de cohesión y equilibrio territorial.

En cuanto al dominio público viario, este estará integrado por a) la Red de Carreteras del Estado y su viario anexo; b) sus elementos funcionales, construcciones e instalaciones, y c) la zona contigua. Es en este aspecto en el que la Ley introduce algunas de sus principales

novedades, que tienen su reflejo en las limitaciones de la propiedad reguladas en el Capítulo III.

Por lo que se refiere a la clasificación y definición de las carreteras, se producen también algunas novedades. Así, se distingue dentro de la Red de Carreteras del Estado entre una Red básica y otra Red complementaria, y se introduce la categoría de viario anexo, que estará integrado por las carreteras que aun siendo de titularidad estatal no pertenecen a ninguno de las redes mencionadas. Este viario podrá ser cedido a otras Administraciones Públicas, bien a propuesta de estas o del propio Ministerio de Fomento, siempre tras el estudio y resolución del necesario expediente previo. Se trata, por tanto, de una categoría transitoria, que desaparecerá cuando se produzcan esas transferencias, como ocurrirá, por ejemplo, con las travesías urbanas. La Ley abre, pues, la posibilidad a la modificación de la Red, bien por transferencia a otras Administraciones, bien por incorporación a la Red estatal de otras carreteras de distinta titularidad. En este sentido, la Ley regula el procedimiento de transferencia y de inclusión de carreteras a la Red, que afecta también a la posible incorporación de nuestras carreteras a las redes supranacionales.

Otra novedad de la futura Ley se refiere a las vías rápidas, categoría que desaparece, creándose una nueva, las carreteras multicarril, que en parte vienen a sustituir a las anteriores, consideradas una categoría innecesaria y cuyo nombre implica, además, "un mensaje contrario a la seguridad viaria". Por otro lado, se establecen también los criterios para la denominación de las carreteras y los principios de coordinación entre Administraciones con el fin de evitar duplicidades y confusiones.

La introducción del concepto de servicio público viario busca reforzar la funcionalidad y prestaciones de la Red estatal de Carreteras.

Proyecto, construcción y explotación

Uno de los aspectos con más novedades es el relativo a la planificación, programación y proyecto de las carreteras. Aparte de definir *ex novo* su contenido y tramitación –que deberá regularse pormenorizadamente en el Plan Estratégico de Carreteras, como documento básico del planeamiento–, el Proyecto introduce algunas medidas desconocidas hasta el momento, o concreta y desarrolla otras ya existentes, medidas que deberán adoptarse antes de la elaboración, aprobación o modificación de programas, estudios y proyectos de carreteras. Así, se podrían destacar, entre otras medidas, la de incluir con carácter previo un análisis de alternativas y coste/beneficio de la posible actuación; incluir igualmente un análisis multicriterio homogéneo que permita la priorización de actuaciones viarias; identificar las necesidades desde una perspectiva intermodal, atendiendo a la complementariedad y sustitución entre modos de transporte; análisis relativos al impacto ambiental y a la sostenibilidad económica y territorial de cada posible actuación; asimismo la Administración también promoverá la conveniencia de estudiar la viabilidad de utilizar fórmulas de gestión indirecta o colaboración público-privada en la planificación, programación, construcción y explotación de carreteras y de sus elementos funcionales.

Apartados destacados de la nueva Ley relativos a la planificación y programación son también, por una parte, los que afectan a la seguridad vial y, por otra, a la

Hitos de una legislación más que centenaria

Aunque existen numerosos antecedentes sobre la regulación de caminos que se remontan incluso a la Hispania romana, las primeras manifestaciones de una legislación uniforme proceden la segunda mitad del siglo XVIII. En 1761 Carlos III aprueba un Real Decreto –incluido como Ley unos años después en la Novísima Recopilación– que tenía como finalidad "hacer caminos rectos y sólidos en España, que faciliten el comercio de unas provincias a otras", pues "tengo considerado –seguía el monarca– que uno de los estorbos capitales de la felicidad pública de estos mis Reynos es el mal estado en que se hallan sus caminos". Y a Carlos III se deben también, una década después, Las "Reglas que deben observarse para la conservación de los Caminos Generales", así como la creación de una Superintendencia General, que con el tiempo daría lugar a una Dirección General con competencia en caminos, posadas, correos y postas, embrión de la actual Dirección General de Carreteras.

Será en el siglo siguiente, tras el informe de Agustín de Betancourt de 1803 sobre el deplorable estado de los caminos españoles, cuando se dicte la primera auténtica legislación sobre obras públicas en general y sobre carreteras en particular. Algunos de estos hitos serán: la Ley de 1836 sobre enajenación forzosa en beneficio público, la Real Orden del mismo año que dispone la forma de ejecución de obras públicas, la Ordenanza de 1842 para la conservación y policía de las carreteras generales, y las leyes de Travesías y de Caminos Vecinales, ambas de 1849. Dos años después de estas últimas, se promulgará la denominada Ley Arteta, de 7 de mayo de 1851, donde se hace la primera clasificación sistemática de todas las carreteras –reformada por la Ley Moyano de 1857–; y en 1860 se aprobará el primer Plan General de Carreteras, al que seguirán, en 1877, la Ley de Obras Públicas y la Ley General de Carreteras, o Ley Toreno, primera verdadera ley en la materia, comprensiva de todas las cuestiones referentes a las carreteras del Estado, y cuyo Reglamento se aprueba también ese mismo año. Ya durante el siglo pasado, se sucederán los planes de carreteras, se dictarán numerosas normas técnicas y de conservación, de seguridad, señalización o nomenclatura, hasta llegar a la segunda Ley de Carreteras, la de 1974, y su Reglamento, de 1977. Tras la Constitución de 1978 y la transferencia en los años siguientes de una parte sustancial de las carreteras del Estado a las Comunidades Autónomas, se aprueba la todavía vigente Ley de Carreteras de 1988.

coordinación entre el planeamiento de carreteras y la ordenación territorial y urbanística. En cuanto al primer aspecto, el de la seguridad, se introduce la obligación de realizar evaluaciones de impacto y auditorías específicas en las distintas fases. En cuanto al segundo aspecto, la coordinación entre el planeamiento de carreteras y la ordenación territorial y urbanística deberá llevarse a cabo de forma anticipada a fin de evitar posteriores disfunciones de muy costosa y difícil corrección , para lo que se modifican los procedimientos de información pública y se disponen medidas cautelares temporales, algunas novedosas, como la prohibición, durante el desarrollo de nuevas carreteras, de la recalificación de suelos u otras modificaciones de planes urbanísticos por parte de las administraciones autonómicas o locales.

Por lo que se refiere a la construcción, entre las disposiciones más reseñables contenidas en la nueva Ley están las orientadas a facilitar la reposición de los servicios afectados. Además, el Anteproyecto exime del pago de tasas por licencia o de cualquier acto de control preventivo municipal no solo a la construcción, reparación, conservación o explotación del dominio público viario, como hasta ahora, sino también a todas las actuaciones necesarias para su concepción y realización.

> El nuevo proyecto legislativo contempla la introducción específica de evaluaciones y auditorías en materia de seguridad vial

En cuanto a la explotación de las carreteras, destacan las disposiciones que reconocen y facilitan la intervención de la iniciativa particular en la promoción de áreas de servicio y aparcamientos, si bien su localización y las características funcionales que deban cumplir serán competencia del Ministerio de Fomento. La Ley prevé y define los llamados aparcamientos seguros, aquellos que están dotados de instalaciones, fundamentalmente destinadas a los vehículos de transporte, que garanticen unas determinadas condiciones de seguridad; y faculta al Ministerio para esta-

Conforme al nuevo proyecto, el dominio público viario podrá ser objeto de deslinde a fin de proceder a su inscripción registral.

blecer en determinados puntos de las carreteras del Estado, además de instalaciones de aforo y pesaje, otros equipamientos integrados en sistemas inteligentes de transporte para conocimiento y control de las características del tráfico y de su incidencia sobre la infraestructura.

Uso y defensa

El Capítulo III de la Ley recoge algunas de las piezas clave sobre la gestión de la Red. Entre los aspectos más novedosos, una nueva clasificación y descripción de las distintas zonas de protección. Así, a las tradicionales categorías de dominio público, servidumbre y afección, se añade la zona denominada de limitación a la edificabilidad, zona que completa las anteriores y que afecta a las variantes de población y al entorno de intersecciones, ramales de giro y nudos de carreteras en general. Por otro lado, en este mismo aspecto relativo a las limitaciones de la propiedad, la nueva Ley pretende conciliar la protección de las carreteras con los intereses legítimos de los propietarios colindantes afectados. A tal fin, se establece una serie de medidas, entre las que se pueden destacar: el sometimiento de la edificación residencial a las restricciones derivadas del establecimiento de las zonas de servidumbre acústica por los mapas o estudios específicos de ruido aprobados tras información pública; la obligación de efectuar el deslinde del dominio público y su inscripción registral, o una nueva regulación del procedimiento de paralización de obras o suspensión de usos.

También en el aspecto de las limitaciones y afecciones, la Ley incluye una nueva regulación de los accesos a las carreteras, con el establecimiento de unos criterios claros y homogéneos, y se introducen nuevas medidas relacionadas con la publicidad en las carreteras, que se limitará a zonas autorizadas de tramos urbanos, facultándose al personal de servicio de las carreteras del Ministerio de Fomento a retirar de forma inmediata los elementos no autorizados. Por otro lado, se simplifican significativamente los trámites para que el Ministerio de Fomento pueda adoptar, en determinadas circunstancias y en caso de urgencia, limitaciones a la

circulación y desvíos del tráfico, incluso hacia autopistas de peaje explotadas en régimen de concesión, sin perjuicio de las indemnizaciones que pudieran corresponder. Además, se da cobertura legal a la potestad del Ministerio para exigir el resarcimiento del coste ocasionado en las carreteras y sus elementos no solo por daños, sino también por las intervenciones de auxilio técnico, custodia de vehículos y cargas o retirada de restos de accidentes o averías para los que se hayan empleado medios públicos.

En el apartado de infracciones y sanciones, aunque se sigue el esquema tradicional, se da una mayor relevancia a aspectos como la buena fe y la restitución de las cosas a su estado inicial, así como, en sentido contrario, a la reiteración en las infracciones. También se refuerzan las medidas contra la construcción y modificación de accesos, y la protección frente a otros incumplimientos, como la obligación de retirar servicios afectados con motivo de expropiaciones. Por último, se actualizan las cuantías de las multas, y se reducen los márgenes de discrecionalidad a la hora de imponer las distintas sanciones.

El Ministerio de Fomento podrá promover la transferencia a otras administracciones de tramos que no cumplan los requisitos para formar parte de la Red estatal

El último Capítulo de la Ley está dedicado a las travesías y tramos urbanos, cuestión que se aborda con un nuevo enfoque, puesto que con esta normativa la calificación de un tramo como urbano –y en su caso, y dentro de ese tramo, específicamente como travesía– no estará fundada como hasta ahora en la clasificación urbanística, sino que dependerá de lo que dispongan los estudios de delimitación de tramos urbanos que hayan sido aprobados por el Ministerio de Fomento, siguiendo los criterios generales establecidos por la propia Ley. No obstante, la Dirección General de Carreteras, antes de la aprobación de un Estudio de Delimitación, deberá notificarlo al Ayuntamiento y la Comunidad Autónoma afectados, que deberán emitir informe en el plazo de dos meses. De otro lado, se residencia también en el Ministerio de Fomento la competencia para las autorizaciones en travesías y tramos urbanos.

Para terminar, entre las disposiciones adicionales que incluye la Ley, cabría destacar las siguientes: la que se refiere al Catálogo de carreteras estatales –que deberá figurar como Anexo a la Ley– y a la actualización del inventario; la competencia del Ministerio para determinar la normativa técnica básica, en particular la de seguridad viaria, señalización, identificación y balizamiento; o la promoción, también por parte del Ministerio de Fomento, de los acuerdos oportunos para transferir a otras administraciones las carreteras o tramos que siendo de titularidad estatal no cumplan los requisitos para formar parte de la Red de Carreteras del Estado. ▮

▶El nuevo proyecto prevé que durante el desarrollo de nuevas carreteras no se puedan llevar a cabo recalificaciones de terrenos o modificaciones de planes urbanísticos.

2015

Mapa Oficial de Carreteras©

ESPAÑA

50ª Edición

Incluye:

- *Cartografía (E. 1:300.000 y 1:1.000.000)*
- *DVD interactivo actualizable vía web (windows 7 o superior)*
- *Caminos de Santiago en España*
- *Alojamientos rurales*
- *Guía de playas de España*
- *Puntos kilométricos*
- *Índice de 20.000 poblaciones*
- *Mapas de Portugal, Marruecos y Francia*

GOBIERNO DE ESPAÑA | MINISTERIO DE FOMENTO

Edición 50
P.V.P.: 22,74 €

También en el DVD:

1100 Espacios Naturales Protegidos
152 Rutas Turísticas
116 Vías Verdes

Centro virtual de publicaciones

Librería virtual y descarga de publicaciones oficiales

www.fomento.gob.es

Abiertos los tres primeros tramos de la autovía A-54 en Lugo

Por la Galicia interior

Enlace de Monte de Meda, que permite la conexión con la carretera N-540.

Javier R. Ventosa. Fotos: DCE Galicia

La Galicia más alejada de la costa ha mejorado su vertebración territorial con la puesta en servicio conjunta de los primeros tres tramos de la autovía Santiago-Lugo (A-54) en la provincia de Lugo. Se trata de 23 nuevos kilómetros continuados de alta capacidad, que relevan a una veterana carretera nacional, en los que el Ministerio de Fomento ha invertido 177 M€.

Los tramos Vilamoure-Nadela, Monte de Meda-Vilamoure y Guntín-Monte de Meda, abiertos al tráfico el pasado 30 de marzo por el presidente de la Xunta de Galicia y el secretario general de Infraestructuras del Ministerio de Fomento, constituyen el punto de arranque de la autovía A-54 en la provincia de Lugo. Esta nueva vía de alta capacidad, que comunicará Santiago de Compostela y Lugo, se configura como una infraestructura básica para la vertebración territorial de la Galicia interior y sus conexiones con la autovía del Noroeste (A-6), además de propiciar el enlace de Lugo con el eje atlántico (autopista AP-9). El nuevo trazado ha acogido desde el primer día los tráficos de largo recorrido de la carretera N-540, cerca de la cual se desarrolla en buena parte del trazado.

Para los aproximadamente 10.000 vehículos que de media circulaban hasta ahora por la N-540 entre Lugo y Guntín, el nuevo trazado de autovía supone una importante mejora en la comodidad y un ahorro de tiempo estimado en unos diez minutos. También una mejora de la seguridad vial, ya que el trazado de la carretera N-540 en esta zona presenta una elevada siniestralidad. Además, la nueva infraestructura permite evitar la travesía de Guntín, tanto a los vehículos procedentes de Santiago de Compostela (N-547) como a los de Ourense (N-540), utilizando para ello las nuevas glorietas de Guntín Oeste (N-547) y Guntín Este (N-540).

En servicio

Con la aportación de estos 23 nuevos kilómetros de alta capacidad, la autovía A-54, cuyo trazado tendrá 93,7 kilómetros, ya se puede circular por cuatro de sus ocho tramos, situados en ambos extremos: tres en la provincia de Lugo y el restante en A Coruña, que suman más de un tercio de la longitud de la autovía. En la parte central se encuentran actualmente en ejecución dos tramos –uno de los cuales (Palas de Rei-Guntín) abrirá a finales de año– y los dos restantes también serán li-

citados a lo largo de 2015, de forma que, según las previsiones del Ministerio de Fomento, a final de año toda la autovía se encontrará en servicio o en fase de construcción.

Al sur de Lugo, además, se construye un ramal de casi 3 kilómetros entre el enlace de Vilamoure y la carretera N-540, que dará acceso a la ciudad por el sureste. Su plazo de finalización es el próximo mes de septiembre. Y al otro extremo de la autovía, en Santiago de Compostela, el Ministerio de Fomento estudia la fórmula para conectar el tramo Santiago-Lavacolla de la A-54 con la autopista del Atlántico (AP-9).

La puesta en servicio del recorrido de autovía entre Nadela y Guntín ha requerido una inversión global de 177 M€. De esa cantidad, 139 M€ corresponden al presupuesto de obra, 31 M€a las expropiaciones (se han expropiado 1.933 fincas) y 7 M€ a las asistencias técnicas de redacción de proyectos y de control y vigilancia de la obra. En la ejecución de las obras han intervenido media docena de empresas: la UTE Aldesa Construcciones-Copasa, asistida por Egis Eyser, se hizo

El enigmático anillo de Ventosiños

Con frecuencia, la construcción de infraestructuras saca a la luz vestigios que hablan de las culturas que habitaron el territorio en el pasado. Es lo que ha ocurrido en el tramo Vilamoure-Nadela de la A-54, en el que se han llevado a cabo actuaciones de preservación del patrimonio arqueológico en tres castros (A Casilla, A Madorra y Ventosiños) y en un enigmático anillo lítico, por valor de cerca de 1 M€. Este último hallazgo, el de mayor entidad, se detectó en las prospecciones con motivo de un cambio de trazado de autovía para no afectar al castro de Ventosiños, y su importancia histórica, avalada por los arqueólogos, motivó un nuevo ajuste de la traza hacia el norte, de modo que la autovía discurre ahora entre el castro y el anillo.

En esta zona, las intervenciones arqueológicas realizadas en 2011-2013 han documentado un conjunto formado por una construcción de 60 metros de diámetro con forma de anillo, configurada por un parapeto de tierra y un foso exterior, inédita en Galicia, en cuyo interior se localizan fosas excavadas en el terreno, muchas de ellas con vasijas de gran tamaño completas, restos cerámicos y/o líticos, discos de esquisto perforados y cuentas de collar. No muy lejos se sitúa una necrópolis tumular. Los exámenes permiten datar el conjunto en la Edad del Bronce final, entre los años 1.000 y 850 a.C. Para los arqueólogos, la construcción anular de Ventosiños sirvió como espacio para la celebración de actividades de carácter ritual, sin descartar allí que se produjeran incineraciones de cuerpos. Todo el conjunto fue tapado con geotextil y sedimento diferenciador, y actualmente se lleva a cabo un proyecto para su puesta en valor, que incluye medidas para su preservación, embellecimiento y difusión.

AUTOVÍA SANTIAGO-LUGO (A-54)

Tramo	Longitud (km)	Estado
Santiago (SG-20)-Lavacolla	9,0	En servicio
Lavacolla-Arzúa	18,5	En ejecución
Arzúa-Melide	16,4	Pendiente licitación
Melide-Palas de Rei	11,5	Pendiente licitación
Palas de Rei-Guntín	15,4	En ejecución
Guntín-Monte de Meda	10,7	En servicio
Monte de Meda-Vilamoure	5,6	En servicio
Vilamoure-Nadela (A-6)	6,6	En servicio

Viaducto de Ferreira, de 270 metros de longitud y altura máxima de pilas de 55 metros.

cargo del tramo Nadela-Vilamoure; la UTE Cyopsa Sisocia/Obras Públicas y Regadíos, con asistencia técnica de Noega/Inserco, ha construido el tramo Monte de Meda-Vilamoure; y Sacyr Construcción, con asistencia técnica de Azierta Ingeniería, ha construido el tramo Guntín-Monte de Meda. El tramo intermedio, Vilamoure-Monte de Meda, ha contado con financiación europea a través del fondo regional Feder.

Características técnicas

Los 23 nuevos kilómetros corresponden a tres contratos de obra diferentes, desglosados en tres tramos consecutivos: Nadela-Vilamoure (6,6 km), Vilamoure-Monte de Meda (5,6 km) y Monte de Meda-Guntín (10,7 km). El trazado discurre por los términos municipales de Lugo, Guntín de Pallares y Monterroso, en un entorno rural donde son frecuentes las parroquias o pequeños núcleos urbanos y de edificaciones dispersas. Tiene su origen al sureste de Lugo, en la conexión con la autovía A-6, y se desarrolla en sentido este. En su recorrido salva inicialmente tres carreteras (N-VI, LU-546 y CG-22) y el río Miño, y más adelante se sitúan primero un enlace con la LU-612 y el futuro vial a Lugo, y luego otro con la N-540. A partir del mismo el trazado se sitúa al norte de esta carretera y gira hacia el suroeste, discurriendo en su parte final al norte de Guntín hasta la conexión provisional con la carretera N-547 mediante dos rotondas, al oeste de esta localidad.

Los tres nuevos tramos comparten las mismas características geométricas, con radios mínimos de 900-1.000 metros, pendiente máxima del 4,90% y una velocidad de proyecto de 100 km/h. El tronco de autovía tiene una sección tipo formada por dos calzadas de dos carriles de 3,50 metros cada una, arcenes exteriores de 2,50 metros, interiores de 1,00 metro y bermas exteriores de 1 metro, siendo la anchura de la mediana de 9 metros. Respecto al firme, la sección tipo está formada por 20 centímetros de suelocemento bajo 15 centímetros de mezclas bituminosas en caliente distribuidas en tres capas (3 cm de M-10 para la capa de rodadu-

ra, 5 centímetros de S-20 para la intermedia y 7 centímetros de G-25 para la capa base).

.\ Enlaces

A lo largo del trazado destacan como principales hitos cuatro enlaces. El primero, en Vilamoure, se sitúa al final del tramo Nadela-Vilamoure y conecta la autovía A-54 con la carretera autonómica LU-612 (a Portomarín) y con el ramal de conexión a Lugo, que cerrará el trayecto desde dicho enlace hasta la carretera existente N-540. Se trata de un enlace con tipología de glorieta a distinto nivel, que es atravesada en su nivel superior por dos viaductos.

Los enlaces restantes están situados en el tramo Monte de Meda-Guntín. El enlace de Monte de Meda permite la primera y única conexión de la nueva infraes-

Viaducto sobre el Miño

La estructura más relevante de los nuevos tramos de la A-54 es el viaducto que cruza el río Miño cerca del núcleo rural de Albares, al sureste de Lugo, y se ha construido como parte del tramo Vilamoure-Nadela. Se trata de una estructura de 341 metros de longitud con una distribución de luces de 93+155+93 y una planta curva de radio 1.000 metros.

El tablero es de sección cajón de hormigón pretensado de 22,80 metros de anchura para poder albergar dos calzadas de dos carriles por sentido. Las pilas son del tipo tabique doble "diapasón", que quedan empotradas en el tablero. La altura del conjunto es de 54 metros, suma de la altura de las pilas (47 y 48 metros) y del canto del tablero en los apoyos, que es de 6 metros.

La construcción se ha llevado a cabo por el sistema de avance de dovelas con voladizos sucesivos. Inicialmente se realizaron las dovelas de arranque, de 12 metros, y sobre ellas se montaron dos parejas de carros de avance, de 500 toneladas de capacidad, capaces de ejecutar dovelas de 5 metros a sección completa, con un ciclo de una por semana. En total, el viaducto se ha ejecutado en un plazo de 10 meses.

tructura con la N-540. Está formado por una glorieta inferior de 80 metros de diámetro sobre la que se dispone un viaducto constituido por dos tableros independientes, uno para cada sentido de la circulación, sobre la carretera nacional. Aproximadamente a mitad del tramo se sitúa el enlace de Veiga, con tipología de diamante con pesas, con paso sobre la autovía, para resolver el cruce con la carretera de la Diputación de Lugo CP-1611. Y al final del mismo se han construido sendas glorietas que actúan como conexión provisional con las carreteras N-540 (Ourense) y N-547 (Santiago).

Adicionalmente, en el origen del tramo Nadela-Vilamoure se sitúa un gran intercambiador de autovías, que permite conectar directamente la nueva A-54 con la autovía del Noroeste (A-6), del que se ultiman algunos ramales. Y en el otro extremo de las actuaciones, en Guntín, actualmente se redacta el proyecto para construir otro intercambiador, de 3 kilómetros de longitud y presupuesto de licitación estimado de 17 M€, cuya función será la de conectar directamente los tráficos de la A-54 con la carretera N-540.

.\ Estructuras

En el capítulo de estructuras, en el nuevo trazado de autovía se han construido nueve viaductos, 20 pasos superiores (entre ellos sobre las carreteras N-VI, CG-22, LU-546, CP-2405 y CP 1611) y 12 pasos inferiores, así como más de 40 obras de drenaje transversal y pasos de fauna, con los que se ha garantizado la permeabilidad transversal de la nueva infraestructura de alta capacidad. En diversos puntos del trazado también se han

Viaducto sobre el río Miño, de 341 metros de longitud, con la calzada a 54 metros sobre el cauce fluvial.

Intercambiador de las autovías A-54 y A-6, al sureste de Lugo, y final de la autovía Santiago-Lugo.

construido una serie de muros de diversas tipologías, entre ellas de escollera, de tierra armada, muros verdes y muros de hormigón.

Entre los viaductos destacan sobre todo los que salvan los ríos Miño (ver recuadro adjunto) y Ferreira. Este último, ubicado en el tramo Monte de Meda-Guntín, está formado por dos tableros independientes de 270 metros y altura máxima de pilas de 55 metros. Cada tablero, de canto variable, tiene dos vanos laterales de 45 metros y tres vanos intermedios de 60 metros cada uno. Cada tablero ha sido ejecutado con un pórtico lanzavigas de 100 metros, avanzando mediante lanzamiento de vigas prefabricadas en taller apoyándose sobre las pilas y sobre la losa ya construida. Este procedimiento, con unas luces y metodología que son récord en España (vanos sucesivos de 60 metros de longitud autolanzados sobre pilas de 50 metros de altura), ha logrado salvar así la zona de afección de la vegetación de ribera y de la avenida extraordinaria.

Otro viaducto notable es el que cruza el río Vilamoure, de 153 metros de longitud divididos en cuatro vanos.

Por otra parte, en el tramo Guntín-Monte de Meda, cerca del monte Picato, se ha construido junto a la calzada derecha un área de servicio conectada mediante un enlace que cuenta con los ramales necesarios para permitir el acceso desde ambas calzadas con un paso inferior y una glorieta. Se ha dejado ejecutada a nivel de tierras, así como los carriles de aceleración y deceleración respectivos, para que en su puesta de servicio, una vez sea licitada la explotación, no sea necesario afectar en ningún momento al tráfico de la autovía.

.\ Integración ambiental

La inversión en la adopción de medidas correctoras y compensatorias del impacto ambiental para el conjunto de los tres tramos de autovía asciende a un total de 4 M€. Entre las medidas de integración ambiental llevadas a cabo destacan la relativas a la integración paisajística de la infraestructura y a la restauración de la vegetación con ejemplares autóctonos, así como las plantaciones e hidrosiembras de las zonas afectadas por las obras. En el tramo Nadela-Vilamoure, por ejemplo, se han plantado más de 4.000 ejemplares autóctonos y se ha realizado la hidrosiembra de 200.000 metros cuadrados de taludes de desmonte.

Asimismo, para minimizar el impacto acústico de la autovía, se han instalado más de 2 kilómetros de pantallas antirruido frente a los núcleos de población expuestos al tráfico. ▮

Revista del Ministerio de

Fomento

VIADUCTOS SINGULARES DEL SIGLO XXI

(CARRETERAS)

MONOGRÁFICO
Julio-Agosto 2013

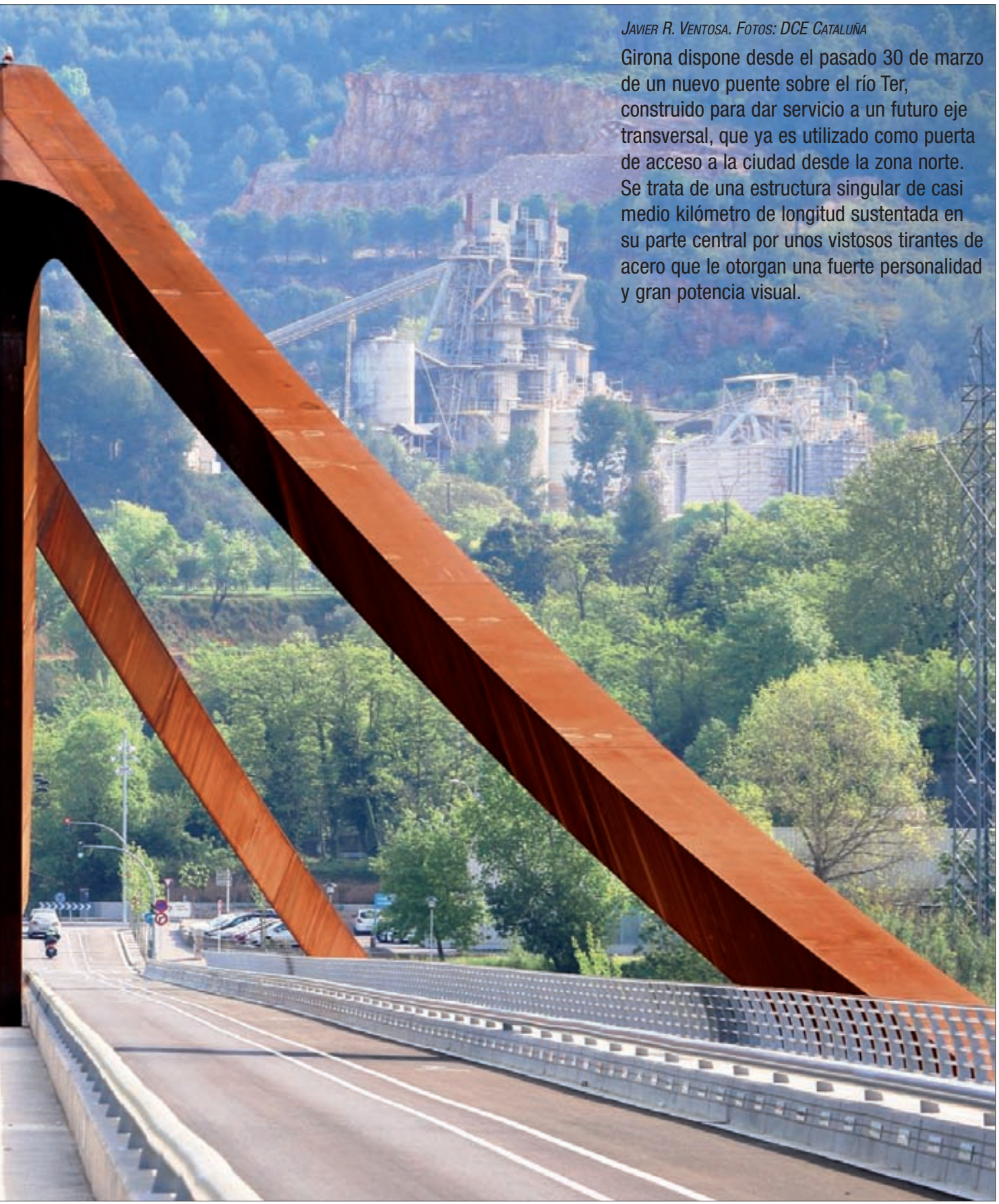
PVP: 3 €

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

SOLICITE SU EJEMPLAR EN TELF. : 91 597 53 85 / 53 91
Por fax: 91 597 85 84 (24 horas)
Por correo electrónico: cpublic@fomento.es

En servicio el nuevo puente de acceso a la ciudad de Girona

Tirantes sobre el Ter



Javier R. Ventosa. Fotos: DCE Cataluña

Girona dispone desde el pasado 30 de marzo de un nuevo puente sobre el río Ter, construido para dar servicio a un futuro eje transversal, que ya es utilizado como puerta de acceso a la ciudad desde la zona norte. Se trata de una estructura singular de casi medio kilómetro de longitud sustentada en su parte central por unos vistosos tirantes de acero que le otorgan una fuerte personalidad y gran potencia visual.

El puente, ubicado en una zona periurbana al norte de la ciudad de Girona, forma parte de la proyectada conexión de la variante de Girona con la carretera N-IIa, ya integrada en el entramado urbano. Su puesta en servicio el pasado mes de abril permite la unión viaria entre los barrios de Sant Ponç y El Pedret, hasta ahora separados por el cauce fluvial, a la altura del centro hospitalario Doctor Trueta, además de conectar sobre las aguas la carretera N-IIa con el carrer de Pedret o carretera de Palamós.

La estructura se configura como un nuevo acceso a la ciudad desde el norte. En la configuración vial actual se espera que el puente tenga un impacto positivo en la movilidad de la zona al captar parte del tráfico que accede a Girona desde el carrer de Pedret, donde hay congestiones en horas punta, tráfico que puede ahora optar por la N-IIa y la AP-7 para los recorridos norte-sur sin pasar por las zonas urbanas con más circulación. También puede generar un nuevo eje para el tráfico procedentes de la Costa Brava con destino a la salida de Girona Oeste de la AP-7.

La construcción del puente está fundamentada en un convenio firmado entre el Ministerio de Fomento y el Ayuntamiento de Girona para la cesión del vial de acceso de la AP-7 Girona Sur hasta la ciudad. En el marco de ese convenio, el ministerio se comprometió a la redacción del proyecto y construcción del puente, mientras el Consistorio se responsabilizó del proyecto de los accesos, incluyendo la redacción del proyecto y la construcción de una nueva glorieta en el lado Este para la conexión con la C-66, ya realizada. En el otro extremo del puente también se ha remodelado la glorieta de la calle Josep Tarradellas, en la N-IIa.

La inversión en el contrato de obra del puente asciende a 21,9 M€, a lo que hay que sumar el coste de la redacción del proyecto y el importe de la asistencia técnica de control y vigilancia de la obra, lo que arroja una inversión global de 23,2 M€. La empresa Dragados se ha encargado de la ejecución de la obra, el proyecto es de Pedelta y la asistencia técnica para el control y vigilancia ha corrido a cargo de GPO Ingeniería y Arquitectura.

Vista del puente desde el lado Este.

.\ Características del puente

El puente es una estructura singular formada por un tablero mixto compuesto de cajón metálico y losa de hormigón. Tiene una longitud de 485,50 metros dividida en nueve vanos, con luces de 33+46+46+58,20+120+58,20+46+46+32,10 metros, que permite cruzar el río, su llanura de inundación y un canal existente en su margen derecho, a una altura máxima de 11 metros. El vano principal sobre el cauce, con una luz de 120 metros, cuelga de un tirante central de acero corten, de directriz curva, apoyado en dos pilonos, que se bifurca en dos vanos laterales, generando una configuración estructural compleja y visualmente atractiva, de formas puras y esbeltas, en colores gris y marrón corten. Se trata del primer puente de esta tipología en la ciudad.

La plataforma superior del puente, que presenta una pendiente del 1%, alberga dos calzadas de dos carriles de 3 metros cada uno, repartidos al 50% entre automo-

Girona, ciudad de puentes

Girona ha estado condicionada históricamente por sus ríos, el Ter al norte y el Onyar al sur y en el casco urbano, que desde la antigüedad han obligado al tendido de puentes para comunicar una ciudad dividida. Hoy la permeabilidad sobre el Onyar está asegurada por 14 puentes y varias pasarelas, seis al sur de la ciudad y el resto en el casco urbano, estos situados en su mayor parte en una de las zonas más fotogénicas de la ciudad. Entre ellos figuran los más antiguos y representativos, herederos de estructuras medievales previas, que comunican el barrio viejo con el Mercadal: el puente de piedra (1856), erigido en época de Isabel II; el puente de hierro (1877), un diseño de Gustav Eiffel, y el puente de Gómez (1916), de hormigón armado y un solo arco. Otros siete puentes, más modernos, se encargan de salvar el río Ter en el área metropolitana, entre ellos uno sobre la autopista AP-7 y el recientemente inaugurado en la zona de Doctor Trueta, que es además uno de los de mayor longitud. A ello se suma un túnel a 40 metros de profundidad que permite la circulación del AVE bajo este cauce fluvial.

▶ *Los tirantes que lo sustentan son el elemento de mayor presencia de la nueva estructura.*

vilistas y ciclistas, así como dos aceras de 2,20 metros y una mediana de 2 metros, además de barandillas y barreras tipo tubo. Esta configuración final ha variado respecto al proyecto original a petición del Ayuntamiento, para dar un mayor espacio a los carriles para bicicletas.

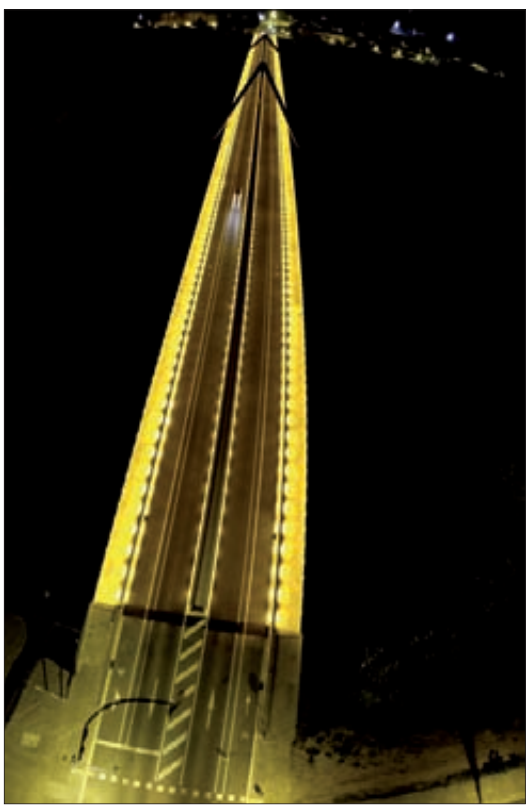
Los principales elementos que componen la estructura son los siguientes:

✓**Pilas y estribos**. Todas las cimentaciones son profundas mediante pilotes con una profundidad máxima de 16 metros en el caso de las pilas, lo que ha evitado tanto los problemas de asiento como los generados por fenómenos de socavación. Las pilas, de hormigón armado, presentan secciones transversales curvas con un cuidado diseño de su superficie vista, mediante una serie de resaltos al estilo de las columnas dóricas, que rompe con la alternativa de superficie plana y lisa de grandes dimensiones. Respecto a los estribos, su superficie se ha diseñado con un perfil curvo para mejorar el aspecto

visual del muro frontal de 19,9 metros de longitud y hasta 7 metros de altura del estribo 1.

✓**Tablero**. Se trata de un tablero mixto acero-hormigón formado por una sección tipo cajón de canto constante de 2,1 metros y una anchura de 19,90 metros. Para conseguir esa anchura, y al mismo tiempo aligerar visualmente su aspecto, al tablero de 7,40 metros se le han añadido sendos voladizos laterales de 6,25 metros. Los voladizos están formados por una losa de hormigón de 28 cm de espesor que se apoya en jabalcones metálicos cada 3-4 metros. La parte metálica está constituida por un cajón bicelular con fondo circular y tres almas: una vertical, centrada en el eje del tablero, y las laterales ligeramente inclinadas hacia el interior para facilitar el encuentro con los jabalcones. En las zonas sobre pilas, se ha diseñado una doble acción mixta, colocándose hormigón estructuralmente conectado con la chapa inferior del cajón metálico.

La losa del tablero se constituye mediante el empleo de prelosas prefabricadas que colaboran en la configuración estructural definitiva. Como resultado se ha conseguido un tablero de apariencia muy ligera y visualmente atractivo debido a una doble acción dinámica: por un lado, el juego de formas y sombras generadas por una directriz curva del fondo del cajón metálica y, por otro, el ritmo generado por las costillas metálicas cuyas formas recuerdan los elementos que aparecen en la parte superior del puente.



Unidades de obra

Hormigón pretensado	2.909 m^3
Hormigón armado	4.248 m^3
Hormigón en masa	1.691 m^3
Acero corrugado B500SD	370.886 kg
Acero Y 1860 para cables pretensado	130.360 kg
Chapa acero S355	3.250.256 kg
Prelosas prefabricadas	7.894 m^2
Pilotes diámetro 1500	461 m
Micropilotes diámetro 200	1.976 m
Pernos conectadores	76.548 uds
Luminarias Led	1.164 uds

El puente comunica la carretera de Palamós (izquierda) con la N-IIa (derecha), al norte de Girona. Página opuesta, vista del puente iluminado.

✓**Tirantes**. Son el elemento de mayor presencia y más atractivo del puente, al que sustentan. El elemento más relevante es el tirante del vano central sobre el eje del tablero, con una directriz curva y sección de forma triangular que permite lograr una estructura de aspecto elegante y sobrio que recuerda al alzado de un barco. El tirante central se vincula al tablero en la parte central del vano de 120 metros mediante una chapa vertical que prolonga el alma central del tablero y en su parte superior se une en cada extremo a un pilono de acero de 17,5 metros de altura sobre la rasante coincidiendo con los ejes de las pilas 4 y 5. En la parte superior del pilono, este elemento se desdobla en dos tirantes similares que se unen al tablero en los ejes de las pilas 3 y 6, transmitiendo la fuerza axial de los tirantes al tablero. De este modo, tablero y tirantes trabajan como una viga continua de canto variable de gran rigidez y, desde un punto de vista formal, se dota al tablero de una tercera dimensión muy difícil de conseguir en el proyecto de puentes.

.\ Proceso constructivo

La construcción del puente se ha desarrollado en ocho fases sucesivas, que se sintetizan a continuación.

Fases 1 y 2. Tras el preceptivo desbroce del terreno, la tarea inicial fue la construcción de cimentaciones pro-

La plataforma alberga dos calzadas de dos carriles cada una separadas por una mediana de 2 metros.

fundas para la subestructura (pilas y estribos). Los pilotes se excavaron y hormigonaron *in situ*. Al mismo tiempo se construyeron las cimentaciones para los siete apeos provisionales necesarios para el montaje de la estructura metálica y el hormigonado de la losa superior.

Fase 3. Seguidamente se procedió a construir los alzados de estribos, pilas y pilas pilote, así como a la realización de terraplenes de acceso para facilitar el movimiento de maquinaria para el montaje de la estructura metálica.

Fases 4 y 5. Una vez construida la subestructura, se procedió al montaje parcial de la estructura metálica sobre estribos, pilas y apeos provisionales. Esta estructura se fabricó en taller en tramos transportables (12-20 metros de longitud y alturas inferiores a 3 y 4 metros, respectivamente), pre-montándose parcialmente en taller antes de su colocación en la obra. La soldadura de los tramos se realizó en la propia obra, para lo cual dispuso una superficie de montaje muy próxima a la misma.

A medida que se iba ensamblando el tablero se colocaron los tirantes metálicos que lo sustentan parcialmente. El montaje se realizó con la ayuda de grúas y apeos provisionales ligeros.

Fase 6. El montaje de las prelosas se llevó a cabo a medida que avanzaba la construcción de la estructura metálica, hormigonándose en una etapa hasta completar la totalidad de la losa en sentido longitudinal.

Fases 7 y 8. Una vez construida la losa y alcanzada la resistencia necesario en el hormigón, se retiraron los apeos y el puente quedó finalizado a falta de la construcción de acabados (barandillas, impostas, aceras, retroques de pintura, iluminación, pavimento, juntas de calzada) y la preceptiva realización de la prueba de carga. ▮

El nuevo puente permite la conexión entre dos barrios separados por el cauce fluvial del río Ter al norte de la ciudad de Girona

SUSCRÍBASE A LA EDICIÓN IMPRESA

Revista del Ministerio de Fomento

TARJETA DE SUSCRIPCIÓN

NOMBRE Y APELLIDOS/EMPRESA ..... **N.I.F.** .....

DOMICILIO ..... **Nº** .....

LOCALIDAD ..... **PROVINCIA** ..... **C. P.** .....

PAÍS ..... **TELÉFONO** ..... **CORREO ELECTRÓNICO** .....

MODALIDAD DE SUSCRIPCIÓN	ESPAÑA	EXTRANJERO
☐ 1 año (11 números)	**25 €**	**35 €**
☐ 2 años (22 números)	**40 €**	**50 €**

Envíenme gratis la el nº extraordinario *"Alta velocidad en España 1992-2011"* que regalan por una suscripción de dos años*
**(Hasta agotar existencias)*

FORMA DE PAGO ☐ **Envío cheque adjunto** ☐ **Envío giro postal nº** ..... ☐ **Domiciliación bancaria** (sólo suscriptores)

De conformidad con lo establecido en la Ley Orgánica 15/1999 de 13 de diciembre de Protección de Datos de Carácter Personal, usted tiene derecho al acceso, cancelación, rectificación y oposición de los datos facilitados mediante solicitud por escrito a : Centro de Publicaciones del Ministerio de Fomento. Paseo de la Castellana, 67. 28071 Madrid. E-mail: cpublic@fomento.es

Enviar a: **Revista del Ministerio de Fomento**
Pº de la Castellana, 67. 28071 Madrid. **Información y suscripciones: 91 597 64 49.** **Correo electrónico: cpublic@fomento.es**

DOMICILIACIÓN BANCARIA

Entidad bancaria .....

Domicilio entidad ..... Nº .....

C.P. ..... Localidad ..... Provincia .....

Muy Sres. míos:
Ruego que, con cargo a mi cuenta y hasta nuevo aviso, atiendan el pago de los recibos correspondientes a mi suscripción que les presentará al cobro la Revista del Ministerio de Fomento, editada por el Centro de Publicaciones del Ministerio de Fomento.

Les saluda atentamente
(firma)

CÓDIGO IBAN CUENTA CLIENTE

E S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

....., de ..... de 201

EL TITULAR, Fdo. .....

Enviar a: **Revista del Ministerio de Fomento. Pº de la Castellana, 67. 28071 Madrid.**

En servicio la variante de Aranda de Duero (A-11) en Burgos

En tierra de viñedos

Javier R. Ventosa Fotos: DCE Castilla y León Oriental

El Ministerio de Fomento ha puesto en servicio la variante de Aranda de Duero, actuación que mejora la seguridad vial y reduce la contaminación al evitar la travesía urbana de automóviles y camiones por esta localidad burgalesa. Esta infraestructura que se desarrolla en tierra de viñedos es un nuevo paso en el proceso de construcción de la autovía del Duero (A-11), eje de alta capacidad que cruzará Castilla y León de este a oeste.

Enlace de trébol completo con la autovía A-1, principal elemento de la variante.

El nuevo tramo se configura como una alternativa a la carretera N-122 de Zaragoza a Portugal y desde su puesta en servicio, el pasado 31 de marzo, ha captado la mayor parte de los tráficos de largo recorrido que circulaban en ese tramo por esa infraestructura, más de 7.500 diarios. Entre ellos destacan los que realizaban la larga travesía urbana por Aranda de Duero (33.000 habitantes), en la que además existen muchas intersecciones con el viario urbano e interurbano. La variante también ha suprimido las anteriores travesías por Fresnillo de las Dueñas y Castrillo de la Vega, que soportaban el paso de unos 4.500 vehículos diarios, el 30% de ellos pesados.

El estreno de esta infraestructura ha supuesto para los usuarios un incremento de la seguridad vial, mayor comodidad en la conducción y un ahorro en el tiempo de viaje. Por su lado, los habitantes de las localidades atravesadas por la N-122, especialmente Aranda de Duero, han percibido un aumento en los niveles de seguridad vial y una mejora ambiental importante, al reducir-

se los ruidos y la contaminación causada por automóviles y camiones, muy frecuentes dada la existencia de numerosas industrias en el entorno. En este sentido, la variante satisface una demanda histórica de esta localidad al cumplir con el doble objetivo de "impulsar la conectividad y preservar, al tiempo, la calidad de vida de los ciudadanos", de acuerdo a las palabras de la ministra de Fomento, Ana Pastor, durante una visita a las obras.

La variante, además, es un nuevo paso en el proceso de construcción de la autovía del Duero (A-11), infraestructura de alta capacidad prevista en el programa de inversión del Plan de Infraestructuras, Transporte y Vivienda del Ministerio de Fomento (PITVI). Se trata de un gran eje este-oeste que comunicará Soria con la frontera portuguesa en Zamora, en un trazado de más de 350 kilómetros siguiendo el corredor de la carretera N-122. Actualmente, más de un tercio de ese trazado se encuentra ya en servicio, sobre todo en su parte occidental, y el Ministerio de Fomento ha reactivado en 2015 las obras en la parte oriental, en la provincia de Soria.

El presupuesto de la obra de la variante asciende a 61,20 M€, cantidad que sumada al coste de redacción del proyecto, al importe estimado de las expropiaciones y a la asistencia técnica para el control y vigilancia de la actuación, arroja una inversión total de 68,58 M€. Las

Eje vertebrador

Castilla y León es, tras Andalucía, la comunidad autónoma con más kilómetros de alta capacidad (cerca de 1.900, de ellos 239 de peaje). Su extenso territorio es atravesado por tres ejes diagonales (A-6, A-62 y A-601), dos ejes norte-sur (A-1 y A-66) y tres ejes este-oeste (A-231, A-50 y A-11), que cruzan más de una provincia, comunican las capitales y están en su mayor parte finalizados o a punto de acabarse.

El menos desarrollado es la autovía del Duero (A-11), eje que vertebrará la cuenca del Duero y toda la comunidad autónoma, desde Soria hasta la frontera portuguesa en Zamora, y que canalizará el tráfico que recorre la submeseta norte en sentido este-oeste. Su trazado, con una longitud superior a 350 kilómetros, incluye el paso por Soria, Aranda de Duero, Valladolid, Tordesillas, Toro y Zamora.

En la actualidad, esta autovía tiene más de un tercio de su trazado en servicio, correspondiente a su parte occidental (entre Zamora y Valladolid), además de dos variantes en la parte oriental (Burgo de Osma y Aranda de Duero). Las inversiones del Ministerio de Fomento en 2015 han reactivado la construcción del trazado entre Aranda de Duero y Soria, formado por seis tramos que suman 77 kilómetros. Su apertura está prevista para 2017.

Paso superior sobre el ferrocarril Madrid-Burgos, en el p.k. 8+200.

obras han sido realizadas por la empresa Acciona Infraestructuras bajo la dirección de los técnicos de la Demarcación de Carreteras del Estado en Castilla y León Oriental, y con la asistencia técnica de la consultora Enmacosa.

Características técnicas

El tramo tiene una longitud de 13,5 km, a los que hay que sumar 8,6 km en vías colectoras y 5,9 km más de ramales en los enlaces. Otros 2,7 km construidos corresponden a las conexiones temporales construidas en ambos extremos, necesarias para su puesta en servicio: una por el lado este con la N-122 mediante una intersección en T y otra por el oeste a través de una glorieta con la carretera provincial BU-V-2031, que también ha sido mejorada.

La autovía ha sido diseñada para una velocidad de 120 km/h, disponiendo en planta de un radio mínimo de 900 m y una pendiente máxima del 4%. La sección del tronco consta de dos calzadas con dos carriles de 3,5 m por sentido, arcenes exteriores de 2,50 m, interiores de 1,0 m y bermas de 0,75 m separadas por una mediana de 10 m. La sección del firme está formada por 15 cm de mezclas bituminosas en caliente sobre 20 cm de suelo cemento sobre una explanada E-3, formada, a

Detalle de la construcción del paso superior de fauna del pk 5+0, con el gasoducto anclado a una viga metálica.

su vez, por 30 cm de suelo estabilizado *in situ* con cemento tipo 3 sobre 30 cm de suelo seleccionado. Parte de la explanada se ha estabilizado con cal debido a sus malas características geotécnicas.

Trazado

El trazado se desarrolla en sentido oeste-este por los términos municipales de Castrillo de la Vega, Fuentespina, Aranda de Duero y Fresnillo de las Dueñas, al sur de la carretera N-122 y del propio río Duero. Se inicia en la conexión con la carretera provincial BU-V-2031 que comunica Adrada der Haza con Castrillo de la Vega, al sur de esta población y a unos 1.200 m de la N-122. Desde este punto la traza comienza a alejarse de la carretera actual, discurriendo en dirección oeste-este y dejando Aranda de Duero al norte y Fuentespina al sur.

En el p.k. 6+850, hacia la mitad del trazado, la A-11 cruza sobre la autovía del Norte (Madrid-Burgos, A-1). En este punto se sitúa el elemento más significativo del tramo, un enlace con tipología de trébol completo con vías colectoras en ambas autovías que permite todos los movimientos posibles entre una y otra. Poste-

Gasoductos condicionantes

La variante de Aranda de Duero no tiene altos viaductos ni largos túneles. Sus actuaciones más singulares corresponden a dos modestas estructuras que destacan por los procedimientos constructivos empleados para evitar la afección a dos gasoductos existentes y garantizar su operatividad en condiciones de seguridad.

En el p.k. 5+0 se alza la más singular, un paso superior de fauna a través del que se mantiene la continuidad del gasoducto Haro-Madrid-Burgos, de 20 pulgadas de diámetro y 72 bares de presión. Para preservarlo se ha construido una losa de 17 m de ancho y 1,5 m de canto, sustentada sobre pantallas de pilotes que sirven de hastiales y muro central del futuro pórtico. Una vez descubierta y apeada la tubería, se ha ejecutado la losa superior del pórtico en dos fases sobre el terreno. El paso superior se ha completado excavando el terreno bajo la losa ya construida, hasta cota de rasante de la autovía, y revistiendo los hastiales. La tubería ha quedado finalmente apoyada sobre la losa del pórtico y embebida por el terreno.

Otro gasoducto, el Aranda-Soria, de 12 pulgadas de diámetro, ha condicionado la ejecución de un viaducto, situado en el enlace con la N-1. En este caso, el gasoducto interfería con la cimentación profunda de dos pilas, para lo cual se han extremado las medidas de seguridad. Tras una excavación para ubicar la tubería, esta se protegió con barreras de hormigón a ambos lados para evitar la transmisión de cargas de la maquinaria pesada. Tras ejecutar los pilotes, se excavó la zona de los apoyos de hormigón de la viga metálica sobre la que se colgaría el gasoducto, se descubrió la tubería por completo y se colgó de la mencionada viga mediante eslingas. El resto de la cimentación siguió los pasos habituales.

riormente, el trazado continúa en terraplén durante más de 2 kilómetros con objeto de salvar la carretera N-1, con la que enlaza, y la vía del ferrocarril Madrid-Burgos. Para comunicar con la N-1 y la CL-603 a Segovia se contará con un enlace formado por una gran glorieta dispuesta bajo la autovía. A unos 300 metros al norte se construye una nueva glorieta sobre la N-I, dirección Aranda, para mejorar la intersección actual entre la N-I y la N-la. Dada la cercanía de los enlaces de la variante con la A-1 y la N-1, se han conectado las vías colectoras de ambos.

Ya en su parte final, el trazado de autovía discurre en paralelo al Canal del Guma, al norte del mismo y muy próximo a él, una vez que lo ha cruzado en el p.k. 10+100, discurriendo al sur de Fresnillo de las Dueñas. El tramo finaliza poco después en la conexión provisional (sección de dos carriles de 3,5 m y arcenes de 1,5 m) con la carretera N-122.

Estructuras

A lo largo del trazado se han construido un total de 30 estructuras: cuatro viaductos (enlaces con la A-1 y la N-1), cuatro estructuras sobre arroyos, cuatro pasos superiores y 18 pasos inferiores para reposición de caminos agrícolas y carreteras.

Los dos viaductos dobles sobre la autovía A-1, en el enlace con la misma, son estructuras de 108 m de longitud formados por cuatro vanos isostáticos (18+36+36+18 m) y dos tableros de 24 m de anchura cada uno para acoger las dos calzadas de la autovía y a las vías colectoras del enlace. El tablero está formado por una losa de hormigón armado de 25 cm de espesor sobre cuatro vigas artesa de 2,2 m de canto. Los apoyos extremos están for-

Paso superior de camino en el pk 9+300.

Magnitudes de obra

Explanaciones	
Volumen de terraplén y rellenos	3.836.400 m³
Volumen de excavaciones	3.201.669 m³
Volumen de suelo estabilizado con cemento	185.391 m³
Volumen de suelo seleccionado	268.744 m³
Estructuras	
Hormigón	42.298 m³
Acero	4.794.519 kg
Vigas prefabricadas	3.239 m
Muros de tierra armada	9.913 m³
Pilotes	2.140 m
Firmes	
Mezcla bituminosa	160.960 t
Volumen de suelo cemento	75.286 m³
Volumen de zahorra artificial	73.968 m³

▶ *Detalle del enlace con la carretera N-1.*

mados por muros-estribo con aleta vuelta y pilas cimentadas mediante zapatas.

Respecto a los viaductos sobre el arroyo de la Nava y la N-1, también en el enlace con esta autovía y con la CL-603, tienen 185 m de longitud distribuidos en cinco vanos isostáticos (45+24+36+36+45 m) y dos tableros de 17,50 m de anchura cada uno para dar cabida a las calzadas de la autovía y a las vías colectoras del enlace. Cada tablero está formado por una losa de hormigón armado de 25 cm sobre tres vigas artesa de 2,2 m de canto mínimo sobre pilas de tipo martillo. Dada la poca capacidad portante del terreno, la cimentación de las pilas es de tipo profundo (cada encepado dispone de 4 o 6 pilotes de diámetro 1.500 mm a una profundidad máxima de 20 m).

En el capítulo de pasos superiores, tres de ellos, construidos para reposición de caminos agrícolas, constan de tablero de 9,0 m de ancho de losa postesada y cuatro vanos (12+20+20+12 m) sobre estribos y pilas con cimentaciones superficiales, y el cuarto es un paso de fauna. Tres pasos superiores (sobre arroyo, sobre el ferrocarril y sobre el Canal del Guma) tienen una tipología con un solo vano formado por tablero doble de losa de hormigón armado sobre vigas prefabricadas en doble T; los otros tres pasos superiores sobre arroyos son cajones multivano de hormigón armado. Por último, los pasos inferiores están formados por estructuras de hormigón armado con tipología de cajón cerrado o pórtico. También se han construido nueve marcos de drenaje transversal (tres de ellos son también pasos de fauna).

La variante de Aranda de Duero es un paso más en el proyecto de construcción de la autovía del Duero (A-11) en Castilla y León

Medidas ambientales

El cuidado del entorno y la minimización del impacto de la obra han caracterizado esta obra desde su fase de proyecto. De hecho, el diseño del trazado intenta afectar en la menor medida posible a los viñedos y regadíos existentes en la zona, además de bordear las masas arbóreas. En el capítulo de actuaciones ambientales, se ha destinado un presupuesto de 2,1 M€ a la implementación de medidas correctoras del impacto ambiental, entre ellas la construcción de cinco pasos de fauna (uno superior y cuatro inferiores) y otras actuaciones de protección de la flora y la fauna, así como otras medidas de protección del patrimonio arqueológico, del sistema hidrogeológico y actuaciones de integración paisajística. En total, está previsto plantar 26.565 unidades de especies autóctonas y realizar hidrosiembra en una superficie de 130 hectáreas, en su mayor parte en taludes, enlaces y medianas. ▮

RECOPILACIÓN ESPECIAL DE REPORTAJES PUBLICADOS EN LA REVISTA ENTRE 2009 Y 2012 Y OTROS DE NUEVA EDICIÓN

Una selección de antiguos trazados ferroviarios, hoy acondicionados por el Programa de Vías Verdes, para descubrir la naturaleza y el patrimonio histórico de los territorios que surcaron a través de 30 rutas accesibles para todos.

PVP: 10 €

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

SOLICITE SU EJEMPLAR EN TELF.: 91 597 53 85 / 53 91
Por fax: 91 597 85 84 (24 horas)
Por correo electrónico: cpublic@fomento.es

El proyecto REMOURBAN apuesta por la movilidad, las energías limpias y las TIC para diseñar las ciudades del futuro

Regeneración urbana

▶ *Vista aérea de Valladolid, ciudad española seleccionada para participar en el proyecto REMOURBAN de la UE.*

El proyecto REMOURBAN incluye la instalación de dispositivos de captación solar fotovoltaica.

Jaime Arruz.

Desarrollar y evaluar un modelo de regeneración urbana integral y sostenible, abordando la implantación en las ciudades de soluciones tecnológicas innovadoras en los sectores de la energía, el transporte y las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). Ese es el objetivo del Proyecto REMOURBAN, impulsado por la UE, que se desarrollará hasta 2020 y en el que están implicadas 22 entidades públicas y privadas de diversos países europeos.

El Proyecto REMOURBAN, puesto en marcha recientemente, permitirá acelerar la transformación de las ciudades europeas en áreas urbanas inteligentes más propicias al progreso social y la regeneración ambiental, además de lograr convertirlas en áreas de atracción de nuevos proyectos y en motor del crecimiento económico. Los resultados serán validados en tres ciudades europeas: Valladolid (España), Nottingham (Inglaterra) y Tepebasi (Turquía).

Entre 2015 y 2020, el concepto de ciudades inteligentes se plasmará en la mejora de la calidad de vida de los ciudadanos, además de en un incremento de la actividad económica y la generación de empleo. Liderado por el Centro Tecnológico CARTIF, con sede en el Parque Tecnológico de Boecillo, a pocos kilómetros de Valladolid, la iniciativa REMOURBAN aglutina a 22 socios a nivel multinacional.

En España, además de CARTIF, participan el Ayuntamiento de Valladolid y las empresas Acciona, Iberdrola, Xeridia, GMV y Veolia. Estas entidades públicas y privadas colaborarán para desarrollar diferentes actuaciones en los barrios Grupo Empresa FASA-Renault y Las Delicias de Valladolid, así como en otras zonas de la ciudad. Están directamente relacionadas con la eficiencia energética y la movilidad eléctrica, y se enmarcan en las actuaciones de la Asociación Smart City Valladolid y Palencia.

En el barrio Grupo Empresa FASA-Renault de Valladolid se acometerá la rehabilitación de 398 viviendas, donde residen más de 1.100 vecinos, con el objetivo de mejorar su aislamiento y dotarlas de sistemas de aprovechamiento de energías renovables. Para ello se destinará un presupuesto de cuatro millones de euros.

La implantación de energías limpias en bloques de viviendas y vehículos busca crear zonas urbanas de emisiones cero

Entre otras actuaciones, se intervendrá sobre los sistemas de calefacción centralizados de los edificios para que puedan funcionar con carburantes procedentes de biomasa –materia orgánica originada en un proceso biológico que puede ser utilizada como fuente de energía–. Además, se instalarán dispositivos de captación solar fotovoltaica en las fachadas. Ambos sistemas de energía renovables dotarán a las viviendas de electricidad, calefacción y agua caliente

sanitaria, logrando un ahorro de energía de al menos un 40 por ciento y una reducción en las emisiones de CO_2 de aproximadamente un 85 por ciento.

A ello se sumará, en otros espacios de Valladolid, el despliegue de una flota de vehículos sostenibles. Al menos 50 nuevos vehículos eléctricos circularán por las calles de la capital castellano leonesa, donde además se mejorarán las infraestructuras de recarga de las baterías de estos vehículos eléctricos.

De esos 50 vehículos eléctricos, unos 20 serán taxis y unos cinco serán pequeños vehículos de reparto urbano. Para tratar de fomentar la adquisición de automóviles eléctricos por parte de los particulares, hasta otros 20 previsiblemente, se ortorgarán ayudas a la compra y a la instalación de la infraestructura de recarga vinculada al mismo. La primera gran acción consistirá en la introducción de autobuses urbanos más sostenibles, llegando a zonas de cero emisiones en determinados tramos de la línea 7 de Valladolid.

Para atender las necesidades de recarga de todos los nuevos vehículos que supondrá el Proyecto REMOURBAN en Valladolid, se está ampliando la red de puntos de carga. Además, se otorgarán ayudas para establecer más de 20 estaciones de recarga adicionales en hoteles, centros comerciales o restaurantes, entre otros negocios privados.

A través de Smarkia, compañía especializada en soluciones para incrementar la eficiencia energética, se creará una plataforma para monitorizar y analizar los datos de generación y consumo de cualquier tipo de energía tanto en los edificios y viviendas como en los vehículos eléctricos y su red de carga.

.\ Financiación y alcance

El Proyecto REMOURBAN cuenta con un presupuesto total de 23,8 millones de euros, de los que 21,5 millones son financiados por la Unión Europea (UE). En las tres ciudades donde se desarrolla el proyecto, Valladolid, Nottingham y Tepebasi, contarán con hasta 15 millones de euros entre ellas. Más de la mitad irán desti-

A la izqda., Tepebasi, en Turquía y Nottingham (Inglaterra), sobre estas líneas, han sido las otras dos ciudades seleccionadas junto a Valladolid para participar en el proyecto.

nados a Valladolid. En concreto, serán 7,75 millones de euros en total.

Entre las diversas partidas sobresalen los 2,8 millones para el fomento de la movilidad sostenible, que se plasmarán en forma de ayudas a la adquisición de taxis eléctricos, vehículos eléctricos para la flota del Ayuntamiento, vehículos eléctricos para uso privado y para reparto de mercancías, además de para el crecimiento de la red de puntos de carga.

A esos casi 3 millones destinados a la movilidad sostenible se sumarán unos 4 millones de euros para la rehabilitación de los edificios del barrio Grupo Empresa FASA-Renault y unos 200.000 euros para la integración de las TIC en las infraestructuras urbanas.

En Valladolid se rehabilitarán unas 900 viviendas para obtener una reducción de sus demandas energéticas que superará el 40%

El Proyecto REMOURBAN afectará directamente, en algún momento, a unos 15.000 ciudadanos europeos. En total se rehabilitarán unas 900 viviendas, casi 400 de ellas en Valladolid, involucrando a un total de 3.200 vecinos. En la capital castellano leonesa unas 6.000 personas tendrán relación con el proyecto, unos 1.100 directamente en el barrio objeto de la intervención (Grupo Empresa FASA-Renault) y el resto a través de las mejoras en el transporte y las infraestructuras.

Las previsiones del proyecto apuntan a que, en los edificios en los que se intervenga, se logrará reducir la demanda energética en más de un 40%, además de incrementar la producción de energía eléctrica en un 30% gracias a tecnologías como la solar fotovoltaica y la cogeneración. El uso de soluciones de transporte sostenible crecerá un 5% y la reducción de las emisiones de CO_2 por persona llegará a un 5% gracias al conjunto de acciones que ejecutarán en las tres ciudades involucradas.

La T2 del aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas, medio siglo de historia viva

Al fin, el mundo a la vista

A la izqda., construcción del área sur del edificio de la Terminal, año 1967. A la drcha., la nueva Terminal ya en servicio (fotos Aena).

Begoña Olabarrieta

Inaugurada hace medio siglo, pocas veces la historia ha tenido un escenario tan privilegiado y único de los cambios de una sociedad y un país. Testigo excepcional de la apertura al exterior de la España franquista, la llegada de celebridades extranjeras, los *jumbos* y el *boom* turístico de 1960-1975, la T2 del aeropuerto madrileño, hoy Adolfo Suárez-Madrid Barajas, ha protagonizado un capítulo muy particular de la evolución del transporte aéreo pero también de la modernización de una España que comenzó a buscar su lugar en un nuevo tiempo.

La terminal original de 1933 del aeródromo de Barajas tuvo su primera ampliación en 1964, proyectada por Cayetano de Cabanyes, en el entonces denominado Aeropuerto Nacional de Barajas, que solo un año después pasó a denominarse de Madrid-Barajas.

Una vez más cambiaría de nombre en 1977, cuando pasó a llamarse Terminal Nacional tras la inauguración de la Terminal Internacional en 1977 y fue objeto de otra importante reforma ante el nuevo boom de El Naranjito, el mundial de fútbol de España de 1982.

Pero no sería el último; en un nuevo cambio de denominación en 1997 pasó a denominarse T2, incorporando a los domésticos o nacionales los vuelos europeos con origen-destino países Schengen. Sus últimas reformas importantes prácticamente han coincidido con el último y reciente cambio de denominación del actual Aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas.

.\ Evolución del transporte

Los cambios en la actual terminal T2, el gran aeropuerto de Madrid y sus denominaciones, no son sino el reflejo lógico de la evolución del transporte aéreo y sus necesidades, proceso que responde a la búsqueda permanente del equilibrio siempre cambiante entre los dos lados de la balanza operativa del aeropuerto, el que se ocupa de los vuelos y el que atiende a los pasajeros.

Si para los nacionales el aeropuerto es la puerta al mundo, para los extranjeros la terminal de pasajeros es la primera imagen del país que van a conocer, el escenario que marcará su decisiva primera impresión.

Y durante una época, años que fueron claves para nuestra primera industria, desde mediados de los 60 hasta los mundiales de fútbol de 1982 en España, en pleno *boom* turístico, una de nuestras principales cartas de presentación fue la Terminal del Aeropuerto Nacional de Barajas, luego Terminal Nacional del aeropuerto de Madrid-Barajas, la actual T2 del aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas, que ha celebrado recientemente su 50 aniversario.

El aeropuerto no solo era la carta de presentación de España, sino la puerta de entrada de todas las novedades que llegaban de fuera

El 9 de diciembre de 1964, con 76 personas a bordo con destino a Barcelona, despegó a las ocho de la mañana un caravelle de Iberia, el primero embarcado desde las instalaciones de la nueva terminal que sustituía a la original. Era el culmen de 10 años de obras y mejoras, cuyo importe final superó los 320 millones de pesetas, para equipar funcionalmente y vestir de mármol los suelos y paredes de 66.500 metros cuadrados de superficie edificada.

Su contrastada amplitud respecto a la demolida terminal anterior, además de mejorar las instalaciones necesarias para la operatividad de los vuelos, generalizaba el entonces lujoso aire acondicionado en todas sus salas y aportaba una sala comercial, con varias tiendas, farmacia, administración de lotería, peluquería, guardería y una amplia oferta de restauración con tres restaurantes, cinco bares y una cantina, coronadas con la guinda de 400 metros cuadrados de terrazas con vistas a las pistas.

▶ *Dos imágenes del aeropuerto de Barajas hacia 1960 (fotos Aena).*

HUBO UN ANTES…

El 15 de mayo de 1933 un Fokker VII aterriza en Barajas y abre el aeródromo a la aviación comercial. Los primeros pasajeros que bajan del avión se encuentran en un enorme páramo de pistas de tierra, sin un edificio donde puedan atender mínimamente sus necesidades. La primera terminal está aún en edificación y los viajeros tendrán que esperar hasta octubre para su puesta en servicio. Los primeros destinos regulares de la estatal Líneas Aéreas Postales Españolas tuvieron como destino Barcelona y Sevilla. Además del correo, sus aviones solo podían transportar ocho pasajeros y dos tripulantes.

En 1944 se inaugura la primera pista pavimentada y dos años más tarde el aeropuerto queda abierto al tráfico internacional. Tras el parón de la guerra civil y de la segunda guerra mundial, el continuo incremento de pasajeros choca con la insuficiencia de las instalaciones y obliga a iniciar en 1953 la edificación de un nuevo terminal de pasajeros a 400 metros al norte del existente. Su diseño en cinco cuerpos facilita segregar los flujos de pasajeros en nacionales, internacionales, salidas y llegadas.

En 1957 el aeropuerto de Barajas asciende a la primera categoría y en 1964 por fin entra en servicio la terminal de viajeros proyectada en la década anterior por Cayetano de Cabanyes, que posteriormente será denominada Terminal Nacional y T2, instalaciones que ya nacen desbordadas. Recién inaugurada, el espectacular y continuo incremento de pasajeros ya urge y reclama la construcción de nuevas terminales.

La T2 en la actualidad (foto Aena).

… Y UN DESPUÉS

Tras la profunda remodelación realizada en el Terminal Nacional con motivo del Mundial de Fútbol de 1982, sus instalaciones permanecen prácticamente inalterables hasta la inauguración en 1997, ya formando parte de la Unión Europea, del Dique Terminal Norte, construido para atender a los vuelos Schengen. La única remodelación previa destacable se produce en 1994 con la puesta en servicio del edificio de Unión entre el terminal Nacional y el Internacional.

En 1997, el aeropuerto de Madrid-Barajas cambia la nomenclatura de los terminales a T1, T2 y T3, abarcando la T1 la mayor parte de la Terminal Internacional, mientras que la T2 incluye la parte restante de esta última dedicada a los vuelos Schengen y la Terminal Nacional y se rebautiza al Dique Norte como la T3, destinada para el Puente Aéreo y los vuelos regionales.

En 1999, el aeropuerto incorpora una importante edificación, el Dique Sur, cuyos 25.000 metros cuadrados y su extensión lineal superior al medio kilómetro facilitan el mayor volumen de embarque que requieren los grandes vuelos transoceánicos, operados normalmente por las aeronaves con mayor capacidad de ocupación, con exigencias especiales por su elevada altura y gran volumen. El Dique Sur se integra física y funcionalmente en la T1.

En febrero de 2006 se añade una T más, una nueva área terminal, que incluye la actual T4 y su edificio satélite, el T4S, con más de 750.000 m² y capacidad para 35 millones de pasajeros al año.

La penúltima gran reforma de la T2 tuvo lugar en 2008, dos años después de la puesta en servicio de la T4, tras asignarse el uso de las diferentes terminales a las distintas alianzas de compañías aéreas, y consistió básicamente en su adaptación y modernización.

La T2 fue remodelada por última vez en junio de 2014, con el fin de dotarla de las instalaciones necesarias para albergar el nuevo hub *de Air Europa y la alianza de aerolíneas Sky Team en las terminales 1, 2 y 3.*

Ya no se trataba solo de llegar y volar, por primera vez el ocio se había instalado a sus anchas en el aeropuerto, que si por una cara de la moneda era la carta de presentación de España para los extranjeros, por la otra era la puerta de entrada de todas las novedades que venían de fuera y terreno abonado para los periodistas en busca de estrellas internacionales.

Finalizado el aislamiento internacional, las infraestructuras se beneficiaron de la ayuda exterior y la nueva cooperación entre España y los Estados Unidos favoreció la expansión del turismo en el sector aéreo. De allí vinieron los primeros reactores que pasaron a formar parte de la flota de Iberia en 1961.

Por su parte, los poderes públicos acabaron gradualmente con las restricciones a la entrada de extranjeros y participaron directamente como empresarios en el sector a través del INI, al que pertenecían tanto las Líneas Aéreas Españolas S.A (IBERIA) como Aviación y Comercio S.A. (AVIACO).

Y a la estela de las estrellas internacionales, el *boom* del turismo llegó a España, en buena parte volando, para quedarse. Si en 1951 se registró el primer millón de visitantes al país, los incrementos crecieron muy deprisa, de dos a 30 millones en solo 20 años: 2.522.402 en 1955, 6.113.255 en 1960, 14.251.428 en 1965, 24.105.312 en 1970 y 30.122.478 en 1975. Turistas cuyos gastos financiaron buena parte del desarrollo económico español.

El *boom* del turismo

En 1957 los dos millones de turistas extranjeros generaron el 0,8 por ciento del PIB nacional. Solo tres años más tarde, la cifra de turistas extranjeros se había doblado y su participación en los ingresos del PIB ascendía hasta el 3 por ciento. Diez años más tarde, en 1970, visitaron España más de 21 millones de turistas extranjeros que supusieron el 5,1 por ciento de los ingresos del PIB. Sus divisas, unidas a las de nuestros emigrantes, dejaron saldos favorables en la balanza de pagos, compensaron el histórico déficit de la balanza comercial y facilitaron la compra de los bienes de equipo y la industrialización de España.

Y no solo fueron sus gastos y sus divisas, sino que con las masas de turistas extranjeros de sol y playa, con ellos y a través de ellos, llegó a los españoles la realidad política, económica, social y cultural del mundo que nos rodeaba y sus cambios nos cambiaron, transformaron la realidad y las perspectivas de los españoles.

Y la apertura que apuntilló a la autarquía no solo trajo más famosos y turismo, sino también más carga, tanta que hubo que construir un terminal específico para ella, con 600.000 metros cuadrados de superficie, inaugurado en 1971.

A su vez, la Terminal Nacional se reestructuró con un nuevo terminal al norte para facilitar nuevas instalaciones al producto estrella de Iberia, el puente aéreo Madrid-Barcelona, que en 1974 arrancaba con el expreso reclamo de "llegar y volar".

Y en esa década llegaron las grandes aeronaves, los *jumbos* y el *boom* del turismo, que hicieron inviables las apreturas de gestionar todos los pasajeros en un mismo edificio y obligaron en 1971 a iniciar la construcción de una nueva Terminal Internacional con 76.000 metros

Primer Jumbo en 1947 (foto Iberia) y una imagen de la sala de embarque de la T2 (foto Aena).

De 2.000 pasajeros a más de 1.000 millones

El 4 de julio de 2013 descendió de un Airbus 340 de Iberia Alonso Fernández Ortiz, un joven colombiano que ya es parte de la historia del aeropuerto. Su más que innegable mérito, ser el pasajero 1.000 millones del actual aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas, una cuenta que continúa y que comenzó en 1933 con unos entonces imponentes 2.873 pasajeros anuales.

1933: *En su primer año registró 2.873 pasajeros.*

1945: *Trece años después, la cifra se había multiplicado por más de diez, hasta alcanzar los 34.000 pasajeros.*

En los ***50*** *el aeropuerto supera la cifra del medio millón de pasajeros anuales.*

En ***1961*** *se traspasa por vez primera el millón de pasajeros al año.*

1964: *El año de puesta en servicio de la terminal que actualmente es la T2 hubo ya 1.679.113 pasajeros.*

1965: *Solo un año después, ya con la denominación oficial de Aeropuerto de Madrid-Barajas, alcanza los dos millones: 2.076.949 pasajeros.*

1968: *Tres años más tarde son ya 3.090.896 pasajeros.*

1975: *Diez años después de superar los dos millones se cuadriplica el número de pasajeros sobrepasando los 8 millones.*

1988: *Más de 13 millones de pasajeros, incremento de 10 millones en 20 años.*

1990: *Se superan los 15 millones de pasajeros anuales.*

1998: *Se superan los 23 millones de pasajeros, incremento de 10 millones en 10 años.*

2000: *Diez años después de superar los 15 millones, se dobla la cifra, alcanzando los 32.893.997 pasajeros.*

2007: *Cifra récord hasta el momento, 52,8 millones de pasajeros.*

2008: *Más de 50 millones de pasajeros, incremento de 27 millones en 10 años.*

2010: *Casi se recuperan los 50 millones de pasajeros del año anterior.*

2014: *Se registran 41.833.374 pasajeros.*

▶ *Llegada a la T2 de distintas personalidades a lo largo de los años (foto Iberia).*

cuadrados, que en 1977 comenzó a prestar por separado las atenciones específicas que cada flujo de pasajeros requería.

En 1980, con vistas a los campeonatos mundiales de fútbol de 1982, el mundial español de El Naranjito, se hicieron unas importantes obras de reestructuración en la Terminal Nacional estableciéndose una conexión con la de vuelos internacionales mediante pasillos mecanizados.

La T2, con 50 años recién cumplidos, que ya es parte de nuestra historia, sigue cumpliendo las funciones para la que fue creada

Además de aportar un diseño más moderno y aumentar el espacio y luminosidad de las terminales por encima de los cánones de la época, tras las reformas sendas terminales se vistieron de gala, al incorporar el arte al aeropuerto con pinturas, esculturas y murales de reconocidos artistas como Antonio López, Tapies, Vaquero Turcios, Saura y Guayasamín.

Al finalizar las obras la Terminal Internacional ocupa 78.000 metros cuadrados, la Nacional 80.000 y la Terminal Norte o Puente Aéreo 2.000.

La Terminal del Aeropuerto Nacional, Terminal Nacional o T2, sigue hoy cumpliendo las funciones para las que fue diseñada, construida y reformada, ya pasados los años del aperturismo, el *boom* turístico y la reincorporación de España a la normalidad internacional. En el siglo XXI, con 50 años recién cumplidos a sus espaldas, testigo de las idas y venidas de múltiples generaciones, sigue haciendo cada día historia viva de lo que fuimos, somos y seremos. ▮

Del primer glamour *a la normalidad*

Los 60 rompieron el cerrojo que tras la guerra civil mantuvo aislada a España del mundo. Con la apertura llegaron los turistas y con algunos de ellos, las celebridades, el primer glamour *y los primeros reactores aterrizan en Barajas. En 1965 causa conmoción la llegada de Los Beatles a Madrid para actuar por primera vez en España, un año más tarde lo hace lo mejor del* jazz *americano, Ella Fitzgerald y Duke Ellington.*

En 1967, el presidente Richard Nixon visita oficialmente España y retirados ya los Superconstellation, pioneros del cruce del Atlántico, aterriza en Barajas el primer DC-9 de Iberia y se inauguran las líneas Madrid-Santo Domingo y Madrid-Ámsterdam. Un año más tarde, también la reina Victoria Eugenia aterriza en Madrid e interrumpe su exilio para asistir al bautizo de su biznieto Felipe de Borbón. La recién casada Estella di Goia se convierte en la turista 15 millones del aeropuerto de Barajas, instalaciones que sirvieron de acogida fotográfica a la inventora de la entonces escandalosa minifalda, Mary Quant, acompañada de cuatro de sus modelos.

En 1970 aterriza en Barajas su primer Boeing 747, aeronave más conocida como Jumbo. El avance en la construcción de aviones convierte en innecesaria la estimulación de saliva de los pasajeros; ese año, último de reparto de caramelos, solo Iberia repartió 60 toneladas. Unos se van y otros llegan: 1973 marca el declive de los Caravelle y llegan los primeros DC-10 con nuevas líneas a Washington y Boston.

En 1978 los reyes de España vuelan por primera vez a Pekín y en 1981 llega desde Nueva York para quedarse El Guernica *de Picasso. En 1982 Juan Pablo II besa por primera vez la tierra de Barajas y, ya en democracia, nuestra primera gran cita internacional como sede del mundial de fútbol, camino de la normalidad, que en 1986 muestra ya una España integrada en la UE y en el mundo.*

Las lagunas de La Mata y Torrevieja, parque natural e industria salinera

Por ser salinero

Mariano Serrano Pascual. Fotos: David Serrano

Sometidas a gran presión por su cercanía a uno de los mayores enclaves turísticos del litoral mediterráneo, las lagunas de La Mata y Torrevieja encierran sin embargo valores medioambientales y paisajísticos que suponen una sorpresa para el viajero que acude a la costa con otros ojos. Pero las lagunas no son solo paisaje y naturaleza, sino que además constituyen una de las principales industrias salineras del mundo, con casi ocho siglos de explotación ininterrumpida.

Hace cincuenta años, quien se detenía a repostar en la gasolinera del kilómetro 54 de la antigua carretera de Alicante a Cartagena, a la salida de Torrevieja, recibía como recuerdo una barrita de metal a cuyo alrededor habían cuajado cristales de sal marina; y en casi todos los comercios de la localidad regalaban una de esas pegatinas típicas del desarrollismo turístico que se lucieron en el cristal trasero de los seiscientos y en la que se leía "Torrevieja, blanca de sal y morena de sol". Entonces, desde casi cualquier punto se podían ver los montones de sal y las lagunas, y si por algo era conocida Torrevieja era por sus salinas. Aquellas primitivas promociones turísticas parece que tu-

▶ *Eras de la sal y reconstrucción del antiguo embarcadero.*

M. S.

vieron éxito, porque años después la ciudad creció y lo que se regalaba en los concursos de televisión eran los apartamentos que habían surgido por todo el término municipal. Paradójicamente, las salinas, que ya eran explotadas hace más de setecientos años, que están en el origen de esta ciudad y que constituyen unas de las mayores industrias de sal del mundo, se quedaron –al menos para el turista de sol y playa– en un segundo plano, a espaldas de la población de cemento y del mismo mar. Las dos lagunas, la de Torrevieja y la de La Mata, habitadas por una rica avifauna, son una isla al margen de la descontrolada actividad inmobiliaria de la ciudad, y el único contrapunto que la naturaleza enfrenta a un horizonte de construcciones en el que las plumas de las grúas siguen ensayando, a pesar de la crisis, su ballet desangelado.

Una larga historia

En la actualidad, las lagunas de Torrevieja y La Mata constituyen una explotación conjunta. La sal cuaja por evaporación en el lecho de la primera, la única de la que se extrae sal. La laguna recibe agua del mar a través de dos vías, el canal llamado Acequión, de origen medieval, y una conducción con una estación de bombeo que la une a la otra laguna, la de La Mata, conectada a su vez con el mar por otro canal. La laguna de La Mata actúa, pues, como calentador

M.S.

Puente sobre el Acequión, canal finalizado en 1509 para llevar el agua de mar al interior de la laguna de Torrevieja. En la página opuesta, carguero atracado en el puerto de Torrevieja.

y regulador de los aportes de agua marina a la de Torrevieja. Además, el acopio de sal se aumenta con otra conducción construida hace cinco décadas desde un domo de sal mineral situado en El Pinoso, a varias decenas de kilómetros hacia el interior.

Pero si en la actualidad es la de Torrevieja la única laguna de la que se extrae la sal, esto no siempre fue así, y durante mucho tiempo fue la de La Mata la principal fuente de extracción, incluso la única durante largos periodos en que se intentó, siempre infructuosamente, convertir la de Torrevieja en albufera dedicada a la pesca.

Los primeros datos documentales proceden del reinado de Alfonso X, que en 1273 concede el privilegio de explotación de la salina llamada entonces de Orihuela (actualmente la de Torrevieja) a esta ciudad. El privilegio se refería solo a esta salina, mientras que la de La Mata, entonces más productiva, seguía perteneciendo a la Corona de Castilla. No será hasta 1364 cuando Pedro IV el Ceremonioso, perteneciendo ya estos territorios a la Corona de Aragón, confirme las cesiones anteriores y otorgue además, a la misma ciudad de Orihuela, el privilegio sobre la salina de La Mata, por entonces llamada de

Valores naturales

Sorprende, a solo mil metros de una costa atestada de edificaciones y junto a una población de cien mil habitantes, este remanso de naturaleza. Las lagunas de la Mata y Torrevieja y su entorno fueron declaradas Parque Natural en 1989. Junto a otros humedales con relevancia internacional del sur de Alicante –El Hondo y las salinas de Santa Pola–, pertenecen a la Convención Ramsar, son Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA) y Lugar de Interés Comunitario (LIC). El Parque tiene 3.700 ha, de las cuales 2.100 pertenecen a las láminas de agua (1.400 la laguna de Torrevieja y 700 la de La Mata), correspondiendo el resto (1.600 ha) al monte y las redondas, es decir, los terrenos circundantes. Situadas la mayor parte en el término municipal de Torrevieja, las dos lagunas, por debajo del nivel del mar, están separadas entre sí unos centenares de metros por un anticlinal, El Chaparral, con una altitud máxima de 40 m sobre el nivel del mar.

Los suelos son salinos y el clima, semiárido, con temperaturas elevadas y escasas precipitaciones, pudiendo distinguirse tres ecosistemas: el saladar, las orillas y el monte. Dada la alta salinidad, la vegetación acuática es muy escasa; en cambio, en las orillas y en el monte crecen numerosas especies: salicornia, carrizales, juncales y tarajales en las orillas; y en el monte, coscoja, pino carrasco, pino piñonero, eucalipto, palmito, esparto y chumberas, siendo de destacar varias especies de orquídeas, algunas amenazadas. Zonas al sur y al este de la laguna de La Mata siguen estando dedicadas al cultivo de la vid. Por lo que se refiere a la fauna, el mayor interés lo presentan las aves en el entorno de la laguna de La Mata, con más de un centenar de especies. Entre las que nidifican, la cigüeñuela, el tarro blanco, la avoceta, el charrán común, el chorlitejo, varias especies de gaviotas y cormoranes, el aguilucho cenizo y distintas anátidas. Entre las migratorias hay que destacar dos especies: el zampullín cuellinegro y el flamenco. De este último se forman concentraciones de cientos de individuos en invierno, alimentándose de la Artemia salina, *el invertebrado más característico de este ecosistema, y otros crustáceos, ricos en los pigmentos carotenoides que tiñen a esta ave de su característico color rosado.*

Guardamar. "Regalada" por los oriolanos a los Reyes Católicos –que la arriendan a la influyente familia Santángel–, la salina de La Mata quedaría ya en manos del Reino definitivamente.

Por su parte, la laguna llamada ahora de Torrevieja siguió perteneciendo a Orihuela durante mucho más tiempo. Pero el Concejo de la ciudad, dada la escasa producción y el desinterés de los arrendadores, decidió a finales del siglo XIV convertirla en pesquería. Para ello se construyó una acequia que llevara el agua del mar hasta la laguna. El Acequión –como actualmente se llama a este canal–, empezado e interrumpido una y otra vez debido a la falta de dinero, a su destrucción por temporales y a que el cauce quedaba cegado por el arrastre de tierras, fue un fracaso. Cuando se consiguió terminar, en 1509, se reparó en que, si bien el agua del mar llegaba a la laguna, no ocurría lo mismo con los peces, a causa de la alta salinidad de sus aguas. La laguna de Torrevieja pasaría por un largo periodo de abandono, hasta quedar completamente seca. Fue en 1759, bajo el reinado de Carlos III, con un nuevo concepto de lo público y de explotación de los recursos industriales, cuando la laguna, ya definitivamente en manos del Estado (y siguió perteneciendo al Estado incluso después del desestanco de la sal en el siglo XIX), se destina de nuevo a la extracción, llegando a convertirse en muy poco tiempo no solo en la principal salina del Reino, sino en la razón de ser de una nueva ciudad.

Ciudad marinera y salinera

Mientras se intentaba convertir en albufera la laguna de Orihuela, en la costa próxima a la otra laguna, la de La Mata –que junto a las salinas de Ibiza se había convertido en la principal salina del antiguo reino aragonés–, fue creciendo un núcleo formado por habitantes de las poblaciones cercanas que acudieron atraídos por la pujante industria, construyéndose muy pronto un embarcadero y una casa para la administración. El problema del embarque de la sal por aquel punto de la costa era que se encontraba frente al mar abierto, orientado a levante y sin ningún abrigo para los barcos que iban a cargar. En cambio, unos pocos kilómetros más al sur, precisamente frente a la laguna de Torrevieja, sí que existía una amplia ensenada orientada a mediodía donde fondear con mayor seguridad. Por ello, en 1768, una vez que se había decidido volver a dedicar esta laguna a la extracción de sal (se realizaron antes varios ensayos que dieron como resultado un producto de gran calidad), se trasladaron el embarcadero y la administración a aquel punto de la costa, construyéndose además un depósito para almacenar la sal –las eras–, al pie de una antigua torre de vigía junto a la que se había establecido hacía poco un pequeño grupo de pescadores.

Acababa de nacer Torrevieja, y aquel nuevo puerto, en principio pensado solo para la sal, se convierte también muy pronto en la salida de los productos de la cercana huerta y en un boyante puerto comercial. A finales del XVIII, Antonio Cabanillas, en su Descripción del Reino de Valencia, decía que "contiguo al Cabo Cervera, mirando al sudoeste, se ha ido formando una población llamada Torre-Vieja, donde veinticinco años hace, había tres familias, y actualmente 106 familias ocupadas casi todas en las varias faenas de las salinas". En 1830 Torrevieja superaba ya los dos mil habitantes, y ello a pesar de los terribles terremotos de 1829 que asolaron la zona, produjeron cientos de muertes y obligaron a reconstruir por entero la población.

El comercio marítimo de la sal, tanto hacia el extranjero como en España –Torrevieja abastecía casi todos los alfolíes de las costas españolas, incluidos los de Barcelona, Valencia, Málaga y Santander, además de muchos del interior, como Madrid–, junto al de los productos de la huerta, propició el auge de una creciente flota, primero ajena –se compró buena parte de la flota de vela catalana– y luego propia; y pronto se establecieron en la localidad, además de los salineros, comerciantes y funcionarios (la industria de la sal, como producto estanco, estaba gestionada por la Hacienda pública, primero directamente y después mediante arriendo), carpinteros de ribera, calafates y velerías, cuyos trabajos llegaron a cobrar gran prestigio en el litoral mediterráneo.

Puntos de interés y otra información

La laguna de Torrevieja no es visitable, pues se trata de una explotación industrial. Pero puede apreciarse el conjunto de la fábrica y la laguna desde la Vía Verde de las Salinas, que parte de la antigua estación de tren de Torrevieja y recorre 6,5 km hasta Los Montesinos, paralela a la valla de la explotación. Otros puntos de interés están junto al paseo y el puerto deportivo: la antigua casa de la administración de las salinas y las eras de la sal, del siglo XVIII (en la actualidad en proceso de recuperación y puesta en valor, pero que abren para el tradicional festival de habaneras). Junto a las eras se ha reconstruido el caballete desde el que se vertía la sal a las barcazas, que luego la llevaban hasta los costados de los barcos fondeados a la espera de ser cargados. Un poco más al suroeste, en la playa del Acequión, arranca el canal de los siglos XIV-XVI. A unos 500 metros del comienzo de la acequia se encuentra un puente del XV. Por otro lado, está en proyecto un centro de interpretación de la industria salinera. Mientras, el Museo del Mar y de la Sal expone piezas relacionadas con estas dos actividades, que están en el mismo origen de la ciudad.

La redonda y el monte de la laguna de La Mata ofrecen numerosos recorridos, tanto a pie como en bicicleta. A la entrada del Parque, junto al pueblo de La Mata (hoy un barrio más del municipio torrevejense) se encuentra el Centro de Interpretación, con información de rutas –entre ellas una dedicada a la vid, cuyo cultivo se remonta varios siglos– y sobre los valores naturales. En varios puntos de la orilla de la laguna se han construido observatorios para poder ver y fotografiar con discreción a las aves. Hay cuatro rutas señalizadas, pero existen numerosos senderos fuera de ruta que rodean la laguna o recorren zonas de pinar y de viñedos. En el pueblo de La Mata se encuentra el embarcadero de la sal que se utilizó hasta que en el siglo XVIII se trasladó la extracción a Torrevieja.

Carolina Martínez López es autora de la monografía Las salinas de Torrevieja y La Mata: un estudio histórico a través de sus recursos naturales, industriales y humanos *(Instituto Municipal de Cultura Joaquín Chapaprieta, Torrevieja, 1998). Para los valores medioambientales se puede consultar la página web de la Conselleria de Medi Ambient de la Generalitat Valenciana: http://www.citma.gva.es/web/pn-lagunas-de-la-mata-torrevieja.*

Archivo Torrevieja

Archivo Torrevieja

Sobre estas líneas, escenas de las explotación salinera a principios del siglo pasado. Debajo, vista de un tren de barcas saliendo de la volvedora.

Salineros de ayer y hoy

Las aguas del charco, como llaman en Torrevieja a su laguna, se tiñen en algunos sitios del color rosa de los saladares. En otras zonas el agua parece espesa, con la tonalidad del plomo. Con frecuencia cae sobre la laguna un poniente fresco y desabrido, un viento que barre la atmósfera y le pone al agua carne de gallina. La impresión que da el complejo de las salinas es de una actividad sosegada; una fábrica, sí, pero a la que el paisaje sirviera de sordina. La gran extensión del complejo, en contraste con la poca superficie dedicada a instalaciones, tiene un aire de mansión arreglada por un minimalista. Apenas se ve gente, apenas construcciones. Del extremo de un brazo de tierra parte la negra cinta transportadora, en contraste con el suelo blanquecino, atravesando el entorno desde el lavadero hasta la fábrica y, más allá, hasta el muelle de la sal, en el puerto. Desde el pantalán de este brazo apenas si uno se da cuenta de que se trata de una instalación industrial. Aquí solo se oye el chapoteo del agua que rompe en breves oleadas contra las piedras del embarcadero. A lo lejos, las

montañas de sal apilada simulan cumbres nevadas, "nieve salada", como decía Alberti en su *Marinero en tierra*. Más allá se levantan las naves de la fábrica, estrechas y bajas, y unos pocos edificios dedicados a laboratorio y oficinas.

Hoy todo el proceso de extracción en las lagunas se ha automatizado y los trenes de barcas hacen su tarea sin nadie a bordo

Las máquinas extractoras, llamadas "volvedoras", navegan por la laguna arrancando la sal del fondo. Son plataformas flotantes con dos carriles laterales por los que entran y salen los convoyes de barcas, que, arrastrados por remolcadores, acercan la sal al punto de apilamiento. La extracción en Torrevieja, a diferencia de otras salinas, se hace sin desecar la laguna. El sistema lo introdujo a mediados del XIX el marqués de Salamanca, por entonces su arrendatario. En aquella época, las cuadrillas de trabajadores recorrían a pie la laguna, metidos en el agua hasta media pierna. Los "volvedores" –de ahí el nombre con el que se ha bautizado a las actuales máquinas, introducidas en los años 40 del siglo XX– arrancaban con azadas y ganchos grandes lajas de la costra de sal del fondo, les daban la vuelta y las ponían de canto para que otros trabajadores, los "tiradores", las subieran hasta las barcas. Estas, formando largos trenes conducidos generalmente por muchachos, perchando con pértigas sobre el fondo, las llevaban hasta un canal artificial en cuyas orillas era descargada la sal. Desde allí, una vez deshechas las glebas y lavada, se transportaba a las eras, primero a lomo de caballerías y después en un ferrocarril que estuvo en servicio hasta los años 70 del pasado siglo –incluso ya construido el nuevo muelle de la sal del puerto, que data de los 50–, momento en que fue sustituido por la cinta transportadora. Hasta la construcción del nuevo muelle, la sal era volcada desde un caballete instalado junto a las eras sobre barcazas, que la transportaban a los barcos fondeados en la bahía.

Carga de la sal en el muelle.

▶ *Depósitos de sal junto al muelle.*

A aquellos primeros trabajadores del charco, que pasaban metidos en el agua salada catorce horas al día, nada podía evitarles –ni aun calzados con gruesas botas de piel de vaca que les llegaban hasta las ingles y escarpines con suela de madera rematados por herraduras– acabar atormentados por el reumatismo y las ulceraciones producidas por las lejías salinas. Ahora, los trabajadores de las máquinas volvedoras –estos particulares navíos que cosechan la sal y cargan las barcas de forma mecanizada– vigilan la pantalla de un navegador GPS. Muchos representan la tercera o cuarta generación de salineros, una sucesión muy frecuente en esta industria, ya que hasta hace poco en los reglamentos y convenios laborales de las empresas arrendatarias figuraba una cláusula por la que se daba preferencia en la contratación a los hijos de los trabajadores. En la cabina de su volvedora, el piloto no pierde de vista la pantalla, en la que aparecen la situación de la máquina, las zonas con sal y las ya cosechadas, y no deja de haber algo contradictorio, pero a la vez armónico, en esa mirada, en la que se acumulan varias generaciones, posada sobre el intempestivo reflejo digital de un satélite.

Los trenes de barcas recorren la laguna, cargan junto a la volvedora y, de vuelta, entran en un canal, en cuyas orillas descargan la sal, que se apila en garberas. Hoy los trenes de barcas atracan en este canal de forma automatizada, pero antaño también existió un oficio, de peregrino nombre, para esta tarea: “atracador de trenes”. Tras las garberas, lo primero que puede verse es el lavadero, donde la sal se lava con una mezcla de agua

▶ *La explotación de las salinas se remonta al menos hasta el reinado de Alfonso X.*

de la propia laguna y la que entra del mar por el Acequión, utilizándose distintas proporciones según se quiera obtener una sal con más o menos insolubles. Después del lavadero están la apiladora, las centrifugadoras, los molinos, el laboratorio y la fábrica de sal seca. A muchos de los ingenios los obreros los han bautizado con nombres más familiares, como el pulpo, la tortuga, el avión o el pájaro.

Torrevieja nació como puerto salinero en 1768, al pie de la antigua torre vigía, donde apenas se asentaban tres familias

La cinta transportadora lleva por fin la sal hasta el puerto, donde los grandes cargueros se alinean en el muelle, quedando despachados en cuestión de horas. Aquí, como en la laguna y sus alrededores, apenas se ve gente: dos o tres trabajadores se bastan para realizar unas operaciones que están completamente mecanizadas. Si por una parte la mecanización de la mayoría de los trabajos, acometida en la segunda mitad del siglo XX, ha supuesto mejores condiciones de trabajo –además de una mayor producción y una calidad superior–, por otra parte ha llevado a una drástica disminución del empleo: mientras que en los años 60 había más de 1.200 trabajadores, hoy la plantilla no llega a 200.

Frente al muelle, al otro lado del puerto, junto a los restos de las antiguas eras, el Ayuntamiento reconstruyó hace unos años el caballete del antiguo embarcadero. Y bajo este, en un muro de las eras, se colocó una placa con los nombres de los que, a lo largo de décadas, trabajaron en las salinas. A veces se acerca una familia y alguien encuentra emocionado el nombre de su padre o de su abuelo. La escena recuerda, entre otros muchos pasajes literarios, el comienzo de *Moby Dick*, cuando el protagonista entra en la iglesia del puerto del que partirá y cuyas paredes están cubiertas de lápidas con los nombres de marineros frente a las que rezan sus deudos. Aquellos eran nombres de la mar y estos de la sal, pero en lugares como Torrevieja no hay mucha diferencia. O como dijo Alberti, “dejo de ser marinero, madre, por ser salinero”. ▮

Revista del Ministerio de

Fomento

VIADUCTOS SINGULARES DEL SIGLO XXI (FERROCARRIL)

MONOGRÁFICO
Julio-Agosto 2014

PVP: 6 €

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

SOLICITE SU EJEMPLAR EN TELF. : 91 597 53 85 / 53 91
Por fax: 91 597 85 84 (24 horas)
Por correo electrónico: cpublic@fomento.es

ferrovial agroman

Crecimiento basado en la Innovación

Ferrovial Agroman apuesta por la innovación y el desarrollo, así como por la aplicación de nuevas tecnologías en todos los ámbitos de su actividad de diseño, construcción y mantenimiento de infraestructuras.

Con más de 80 años de experiencia y más de 50 años de actividad en 50 países de 5 continentes distintos y más de 650 proyectos realizados con éxito, Ferrovial Agroman es pionera en el proceso de internacionalización de su actividad y referente en la aplicación de las técnicas más avanzadas en la ejecución de sus obras.

ferrovial agroman

Centro virtual de publicaciones del Ministerio de Fomento:
www.fomento.gob.es

Catálogo de publicaciones de la Administración General del Estado:
http://publicacionesoficiales.boe.es

Título de la obra: **Revista del Ministerio de Fomento nº 651, junio 2015**
Autor/Editor: Secretaría General Técnica; Centro de Publicaciones, Ministerio de Fomento
Año de edición: julio 2015

Edición digital:
1ª edición electrónica: julio 2015
Formato: Pdf
Tamaño: 12,70 MB

NIPO: 161-15-006-6
I.S.S.N.: 1577-4929

P.V.P. (IVA incluido): 1,50 €

Edita:
Centro de Publicaciones
Secretaría General Técnica
Ministerio de Fomento©

Aviso Legal: Todos los derechos reservados.Esta publicación no podrá ser reproducida ni en todo, ni en parte, ni transmitida por sistema de recuperación de información en ninguna forma ni en ningún medio, sea mecánico, fotoquímico, electrónico o cualquier otro.

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO
SECRETARÍA GENERAL TÉCNICA
CENTRO DE PUBLICACIONES

Revista del Ministerio de
Fomento

Julio-Agosto 2015 ● Nº 652 ● 6 €

Ingeniería española en el exterior

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

CARRETERAS SIEMPRE COMO EL PRIMER DÍA
CON LOS ASFALTOS DE CEPSA.

En Cepsa contamos con una amplia gama de productos de última tecnología para cuidar y conservar el buen estado de las carreteras. Desde masillas sellantes hasta la **gama ELASTER**, última generación de betunes modificados con polímeros. Sea cual sea tu necesidad, **elige Asfaltos de Cepsa** y estrena **carretera cada día**.

Más información en **www.cepsa.com**

CEPSA

Referente global

Iniciado discretamente en los últimos años del pasado siglo, el proceso de internacionalización de las empresas constructoras españolas se ha consolidado de manera excepcional a lo largo de la actual década hasta cristalizar en un éxito sin precedentes. Si apenas veinte años atrás la presencia de esas empresas en el mercado internacional de la obra pública se circunscribía a países con niveles de desarrollo similares o inferiores al nuestro, hoy esa presencia, extensiva ya a 85 países de los cinco continentes, según el Instituto Español de Comercio Exterior, alcanza también a aquellas potencias de más alto nivel industrial y tecnológico.

El éxito exterior de las empresas de ingeniería españolas no ha sido un logro improvisado ni casual, como avalan no solo el volumen y valor de sus adjudicaciones, sino muy especialmente la envergadura y dificultades técnicas de los proyectos que a día de hoy ejecutan. Así, de acuerdo con informes especializados como los de la revista *Public Works Financing*, empresas nacionales participan en al menos siete de las diez mayores obras de ingeniería que se ejecutan en estos momentos en el mundo.

De Riad a Brasil, de Londres a California, de Qatar a Texas, Toronto, Sidney o Macao, solas o en alianzas con otras corporaciones, las constructoras nacionales lideran proyectos de nuevas infraestructuras o de gestión de concesiones de transporte caracterizados por una gran complejidad técnica y un enorme valor estratégico para el desarrollo de las zonas en que se llevan a cabo.

Se trata de infraestructuras y proyectos que, como la ampliación del Canal de Panamá, la línea de Alta Velocidad La Meca-Medina, el proyecto East Side Access del metro de Nueva York, la autopista North Tarrant Express de Texas, el proyecto Marmaray en Estambul, o la que en estos momentos es la mayor obra ferroviaria en Europa: el proyecto Crossrail para dotar de mayor capacidad a la red suburbana de Londres, conllevan el más alto nivel de exigencia. Infraestructuras y proyectos que dan la medida también del verdadero grado de competitividad logrado por las constructoras españolas, una competitividad fraguada en la experiencia y en una decidida apuesta por consolidar sus áreas de I+D+i que les ha permitido mantener una extraordinaria capacidad para ofrecer soluciones integradoras frente a los problemas más complejos, quizá la clave de su éxito.

En las páginas que siguen pretendemos mostrar un recorrido por algunas de esas obras que, de un modo u otro, llevan el sello de la ingeniería española más reciente en los lugares más dispersos del globo. Por razones obvias nos ha sido imposible incluirlas a todas. Confiamos, no obstante, en que los proyectos finalmente aquí reseñados sean un buen reflejo de los logros y motivos por los que la ingeniería española se ha convertido en un referente global a lo largo de esta última década.

ANTONIO RECUERO ALMAZÁN

Director de la Revista: Antonio Recuero.
Jefe de Redacción: Mariano Serrano. **Maquetación:** Aurelio García. **Secretaria de redacción:** Ana Herráiz. **Archivo fotográfico:** Vera Nosti.
Fotos portada: LAV La Meca-Medina (Ineco), Esclusa Canal de Panamá (Sacyr), Autopista A-1 de Polonia (Ferrovial) y Aeropuerto de Heathrow (Ferrovial-Agromán).
Elaboración página web: www.fomento.gob.es/publicaciones. Concepción Tejedor. **Suscripciones:** 91 597 72 61 (Esmeralda Rojo Mateos).
Colaboran en este número: Mª del Camen Heredia, Pepa Martín, Begoña Olabarrieta, Julia Sola y Javier R. Ventosa.
Comité de redacción: Presidencia: Mario Garcés Sanagustín *(Subsecretario de Fomento).* **Vicepresidencia:** Eugenio López Álvarez *(Secretario General Técnico).* **Vocales:** Luis Izquierdo Labella *(Director de Comunicación),* Pilar Garrido Sánchez *(Directora del Gabinete de la Secretaría de Estado de Infraestructuras, Transporte y Vivienda),* Eloísa Contín Trillo-Figueroa *(Jefa del Gabinete del Subsecretario),* Mónica Marín Díaz (*Directora del Gabinete Técnico de la Secretaría General de Infraestructuras),* Mª José Rallo del Olmo *(Jefa del Gabinete Técnico de la Secretaría General de Transportes),* Pedro Guillén Marina *(Director del Centro de Publicaciones)* y Antonio Recuero *(Director de la Revista).*
Dirección: Nuevos Ministerios. Paseo de la Castellana, 67. 28071 Madrid. Teléf.: 915 978 084. Fax: 915 978 470. Redacción: Teléf.: 915 977 264 / 65. **E-mail:** cpublic@fomento.es
Impresión y publicidad: Comunicación y Diseño. C/ O'Donnell, 18, 5º H 28009 Madrid. Teléf.: 91 432 43 18. Fax 91 432 43 19.**E-mail:** revistafomento@cydiseno.com www.cydiseno.com
Dep. Legal: M-666-1958. ISSN: 1577-4589. NIPO: 161-15-005-0

Edita:
Centro de Publicaciones.
Secretaría General Técnica
MINISTERIO DE FOMENTO

GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE FOMENTO

Esta publicación no se hace necesariamente solidaria con las opiniones expresadas en las colaboraciones firmadas

Esta revista se imprime en papel con un 60% de fibra reciclada postconsumo y un 40% de fibras vírgenes FSC.

Sumario

Julio-Agosto 2015 ● Nº 652 ● 6 €

04 Presencia de altos vuelos
Infraestructuras aeroportuarias, un sector en consolidación.

14 Un mundo en construcción
La edificación española no conoce fronteras.

26 Autopistas "made in Spain"
Empresas españolas en el desarrollo de infraestructuras viarias en el mundo.

38 Raíles sin fronteras
El sector ferroviario español multiplica sus actuaciones por el mundo de la mano del AVE.

48 De metro en metro
Empresas españolas en las redes ferroviarias urbanas y metropolitanas en el mundo.

60 Ruta para el siglo XXI
Ampliación del canal de Panamá.

70 Muelles llave en mano
Los progresos en la fabricación de grandes estructuras de hormigón permiten la entrega de terminales a medida.

82 Pasos de gigante
Viaductos internacionales emblemáticos con sello español.

95 A través de la oscuridad
Empresas españolas participan en la construcción de algunos de los túneles más singulares y complejos del mundo.

▲ Túneles de Královo Pole. República Checa.

▲ Centro Hospitalario de la Universidad de Montreal. Canadá.

▼ Conexión Ferroviaria AirportLink. EEUU.

Más de cien años comprometidos con el crecimiento y el progreso

OHL

La **fuerza** de un gran grupo **internacional** de **concesiones** y **construcción**

www.ohl.es

Ferrovial-Agromán

Infraestructuras aeroportuarias, un sector en consolidación

Presencia de altos vuelos

♦ Vista de la T2 del aeropuerto londinense de Heathrow.

Begoña Olabarrieta

En América Latina, África, Oriente Medio o Europa, con participación de empresas públicas o privadas, con construcciones de terminales, pistas o torres de control, la presencia de las ingenierías y constructoras españolas en infraestructuras aeroportuarias en todo el mundo se ha ido consolidando en los últimos años, exportando experiencia y conocimiento para mejorar la operatividad y capacidad de los aeródromos internacionales.

Privada o pública, la participación española en la creación y renovación de infraestructuras aeroportuarias se deja notar en todo el mundo. Grandes obras para mejorar la capacidad de aeropuertos como el de Lima, terminales sostenibles como la T2 de Heathrow, ampliación de pistas o torres de control en Letonia, Colombia y Checoslovaquia, o creación de aeropuertos locales en Angola.

La construcción española en este sector ha saltado las fronteras nacionales para afrontar nuevos proyectos en tierras lejanas, como es el caso de la ingeniería pública Ineco. La que fuera encargada de supervisar los planes de ampliación y mejora que ha llevado a cabo la red de los 46 aeropuertos de nuestro país exporta ahora su experiencia y conocimiento.

Ejemplo de ello es la ampliación del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez de Lima, donde la española, en consorcio con la ingeniería peruana Cesel, es la encargada de supervisar todas las obras previstas en la mayor intervención de la historia del aeródromo, que se adapta así a las necesidades de su creciente número de viajeros.

// Aena Internacional está hoy presente en 15 aeropuertos en todo el mundo //

El proyecto contempla la construcción de una segunda pista de 3,50 kilómetros de longitud –que deberá estar finalizada en 2021–, nuevas calles de rodadura de aviones, nuevas terminales de carga y viajeros –previstas para 2016–, la ampliación de la plataforma de estacionamiento de aeronaves y la mejora de los accesos al aeropuerto. Todo ello supondrá un incremento de 13 a 23 millones de pasajeros para 2023.

También en ese continente, Ineco ha sido la encargada de diseñar la nueva torre de control para el Aeropuerto de El Dorado de Bogotá (Colombia), así como los sistemas de navegación aérea asociados. Una obra que supone duplicar su capacidad actual en número de pasajeros para situarlo en el tercer puesto en importancia en Latinoamérica.

Para su construcción, y la del Centro de Gestión Aeronáutico, fue elegida la española FCC. Con una superficie total de 16.300 metros cuadrados las nuevas infraestructuras permitirán el aumento del tráfico aéreo, respondiendo al incremento de las operaciones aeroportuarias.

La nueva torre de control tiene una altura de 80 metros, una superficie de más de 2.500 m^2 y una cimentación formada por pilotes prefabricados. Cuenta con dos cabinas, una para el control de tránsito aéreo y otra para el de plataforma SDPM, que garantizan una visibilidad de 360 grados sobre el aeropuerto y la línea de vista a cada una de las cabeceras de las pistas.

Acciona

♦ Aeropuerto Leonardo da Vinci. Fiumicino (Roma).

Por su parte, el centro de gestión es un conjunto independiente con cuatro edificaciones conectadas mediante un elemento distribuidor que hace de nexo de unión a la vez que asegura la independencia entre las diferentes piezas edificadas.

> Gestión de proyectos

En Kuwait la ingeniería española Ineco fue la elegida para el *project management* de la ampliación de su aeropuerto internacional –un proyecto de construcción de una segunda pista y una nueva terminal de pasajeros diseñada por Norman Foster–, y en Ucrania su papel abarca el diseño funcional, arquitectónico, estructural y de todas las instalaciones del nuevo edificio terminal del aeropuerto de Odesa, incluyendo el esquema de diseño de toda la urbanización del lado tierra y los nuevos accesos.

Ineco también está presente en Marruecos, dando apoyo técnico de ingeniería para la ampliación del aeropuerto de Casablanca Mohamed V, y en Abu Dabi con el proyecto Operational Readiness and Airport Transfer (ORAT) del Midfield Terminal Complex donde se encarga del análisis pormenorizado de todos los factores que afectarán a su funcionamiento una vez esté operativa. Un proyecto en el que también participa la sociedad estatal Aena.

Desde que inició su actividad en 1998, Aena Internacional ha gestionado infraestructuras aeroportuarias en el exterior en ocho países de Europa, América y África, lo que le ha llevado a consolidar su posición como el mayor operador aeroportuario mundial.

Una presencia internacional que se desarrolla mediante diversos esquemas, desde la propiedad de los activos aeroportuarios, hasta contratos de gestión de terminales o servicios, pasando por concesiones aeroportuarias.

En la actualidad Aena Internacional está presente en 15 aeropuertos en el mundo, pero desde su creación esta presencia de altos vuelos ha llegado a los 28 (12 en México, 2 en Colombia, 3 en Reino Unido, 3 en Bolivia, 1 en Suecia, 1 en Angola, y 6 en Estados Unidos, de los cuales 5 fueron contratos de gestión).

> Papel privado

También las empresas privadas se han lanzado al mercado constructivo de infraestructuras aeroportuarias, consolidando la presencia española en medio mundo.

Es el caso de Acciona que ha desarrollado varios proyectos en distintos continentes. Por ejemplo, la ampliación y reestructuración del Satélite Oeste del Aeropuerto Internacional Leonardo da Vinci en Fiumicino, Roma, finalizada en 1999.

Acciona se encargó de la construcción de un nuevo satélite constituido por un edificio de estructura metálica de configuración cuadrada sobre pilares y núcleos rígidos de hormigón con luces de 40 x 40 m, comprendiendo tres niveles elevados y una red de distribución de sistemas tecnológicos situados en galerías enterradas.

A ello se añadió el viaducto del sistema automatizado para el transporte de pasajeros, compuesto por

Ineco

♦ Aeropuerto de Abu Dabi.

2 vías paralelas que unen el terminal existente con el Satélite, de aproximadamente 500 m de largo, con una estructura formada por pilas de hormigón con luces de 25 m y superestructura de vigas de acero y solera de hormigón.

Y para completar la ejecución, se remodeló la estación de enlace, formada por un edificio de planta cilíndrica de estructura metálica sobre pilares y núcleos rígidos de hormigón, adosado al terminal existente, con tres niveles operativos, por el que transitan los pasajeros en dirección al Satélite o provenientes del mismo.

Mucho más lejos, en Jamaica, Acciona realizó los trabajos de rehabilitación de la pista de aterrizaje, pistas de rodadura y pavimentación del Aeropuerto Internacional Norman Manley, en la capital, Kignston.

// La presencia de las empresas españolas comprende todos los ámbitos, desde la ejecución a la asistencia técnica //

Una pista de aterrizaje, de 2.740 m por 60 m, en la que se trabajó en el fresado de la superficie, la demolición de losas de hormigón que tenía, así como en el sellado de las grietas que presentaba y en la adecuación del alumbrado y la señalización. También se trabajó en la mejora y adecuación de las pistas de rodadura, todo ello en horario nocturno ya que el aeropuerto se mantuvo en servicio en todo momento.

También en ese hemisferio, la compañía privada trabajó en la construcción de la Terminal Aérea de Pasajeros y Carga en el Aeropuerto Internacional Ramón Villeda Morales de San Pedro de Sula (Honduras) y en la Terminal de pasajeros del Aeropuerto Internacional Juan Manuel Gálvez, en la Isla de Roatán.

Además de estas obras ya concluidas, en la actualidad Acciona está trabajando en la remodelación de la terminal del Aeropuerto Internacional de Isla do Sal-Oasis Amilcar Cabral, en el archipiélago africano de Cabo Verde, que cuenta con una pista de 3.270 m y es considerado como un aeródromo alternativo para la operación de las aeronaves de la NASA.

La intervención de la empresa española consistirá en la remodelación de las zonas de salidas y llegadas internacionales, con rediseño de los servicios de emigración y fronteras, ampliando la terminal de salidas y toda la zona comercial del edificio Terminal.

Sin salir del archipiélago, también trabaja en la ampliación de la terminal de pasajeros del Aeropuerto de la Isla de Boa Vista Aristides Pereira, que desde su construcción en 2008 ha superado todas las expectativas en términos de crecimiento de tráfico aéreo, para lo que se duplicará y modernizará.

> Terminal sostenible

La presencia internacional de otra de las empresas privadas españolas, en este caso Ferrovial, es especialmente importante en Europa: en Polonia –con la intervención en varios aeropuertos del país–, y en Reino

Estrategia Internacional

En Europa, Aena Internacional posee el 51% del capital de la sociedad concesionaria del aeropuerto de Londres–Luton, siendo el accionista de control del mismo.

Un aeropuerto que tiene previsto incrementar su capacidad hasta 18 millones de pasajeros, para lo cual planea invertir 98,5 millones de £ (aprox. 116 millones de €), licitando un concurso para la ejecución de obras de remodelación y ampliación. En concreto la licitación consta de dos grupos de obras:

***Lote 1**: urbanización y accesos, por un importe aproximado 13 M£. Las obras consisten en ampliar el vial de acceso al aeropuerto y reorganizar completamente la urbanización frente al Edificio Terminal.*

***Lote 2**: remodelación y ampliación del Edificio Terminal, por un importe aproximado de 52 M£. Los trabajos incluyen, entre otros, la construcción de un nuevo dique para embarque/desembarque de pasajeros, la reforma de la zona comercial, el cambio de ubicación de los controles de seguridad y la ampliación del vestíbulo de salidas del edificio terminal.*

Además de las obras mencionadas, será necesario realizar otras actuaciones en años posteriores. Destacan la extensión de la calle de rodadura paralela a pista, la construcción de dos nuevos accesos a pista, la ampliación de plataforma y la construcción de una nueva calle de rodadura.

En América Latina, Aena mantiene su presencia en México, donde participa en el Grupo Aeroportuario del Pacífico, SAB de CV (GAP) para la explotación de 12 aeropuertos, a través de la sociedad Aeropuertos Mexicanos del Pacífico, SAPI de CV (AMP), y en Colombia está en Cali y Cartagena de Indias, a través de la participación en el capital de las distintas sociedades concesionarias donde tiene el rol de socio operador.

En 2014 GAP completó el Plan de Inversiones 2009-2014 que ha dotado de la capacidad necesaria a las infraestructuras, de las renovaciones necesarias de los pavimentos y de la ampliación y renovación de los equipos técnicos. En 2014 las inversiones totales fueron 507,4 millones de pesos mexicanos, destacando:

Guadalajara: Ampliación del edificio terminal y de la plataforma de aeronaves asociada.

San José del Cabo: Construcción de una salida rápida en cabecera de la pista.

Puerto Vallarta: Reordenación y mejoras del edificio terminal satélite

Como inversión singular en GAP, y en el sector aeroportuario mundial, cabe destacar la construcción en Tijuana del nuevo terminal "Cross Border" o terminal binacional. Este terminal binacional consiste en una nueva área terminal en el aeropuerto y un puente peatonal transfronterizo entre San Diego (EE.UU. de América) y el Aeropuerto Internacional de Tijuana. Es la primera vez que una obra conecta directamente un aeropuerto extranjero con territorio estadounidense.

Sacyr

♦ Aeropuerto Internacional 4 de Fevereiro en Luanda (Angola).

Unido –con el emblemático proyecto de la T2 del aeropuerto londinense de Heathrow–.

Junto con la británica Laing O'Rourke, Ferrovial Agromán fue la encargada de la construcción de la nueva terminal, las plataformas para estacionamiento de aeronaves, la conexión con el edificio satélite T2B del aeropuerto británico de Heathrow, así como de la carretera de acceso, de una nueva estación de producción de frío y de todos los servicios afectados.

Ha sido unos de los mayores proyectos de construcción con financiación privada llevados a cabo en Reino Unido; supuso una inversión de 820 millones de libras, cinco años de trabajo y la colaboración de más de 5.000 personas.

AENA INTERNACIONAL

PAÍS	AEROPUERTO	
México	Tijuana San José del Cabo Puerto Vallarta Los Mochis La Paz Hermosillo Guadalajara Bajío Aguascalientes Manzanillo Mexicali Morelia	Aena Aeropuertos es el socio operador de todos ellos.
Colombia	Cartagena de Indias Cali	Aena Aeropuertos es el socio operador de los dos.
Reino Unido	Londres-Luton	Aena Internacional posee el 51% y otros socios el 49%
Cuba		Contrato de asesoramiento y capacitación para la operación de aeropuertos (con la empresa Cuba-Ecasa).

OHL

Los trabajos, comenzados en 2010 y finalizados en 2014, además de completarse antes de lo previsto, lograron el récord de seguridad laboral de Reino Unido por ser el proyecto de construcción en el país con mayor número de horas acumuladas sin incidentes.

Un proyecto complejo ya que se desarrolló en pleno corazón de Heathrow, entre las dos pistas de vuelo y sus calles de rodaje, que llegan a registrar dos operaciones por minuto. Para garantizar la seguridad y no alterar la operatividad, se redujo el uso de grúas, de modo que se mantuviese la visibilidad de las cabeceras de pista, y el aprovisionamiento de materiales se realizó a través del único túnel del aeropuerto, por el que también circulan pasajeros y mercancías.

La nueva infraestructura es la primera terminal de nueva generación "verde" de Europa ya que cumple con los criterios de eficiencia en términos ecológicos que permiten reducir la huella de carbono un 40% respecto a la anterior, y su objetivo para 2020 es que el 70% de los residuos que genera sean reciclados.

♦ Aeropuerto Vaclav Havel de Praga y, debajo, aeropuerto Internacional de Riga (Letonia)

FCC

La cubierta, con un diseño en forma de olas solapadas y una superficie superior a los 50.000 metros cuadrados, capta el máximo de iluminación natural de forma equilibrada y uniforme, reduciendo el consumo de luz artificial, y la colocación de paneles solares disminuye la dependencia de fuentes de energía.

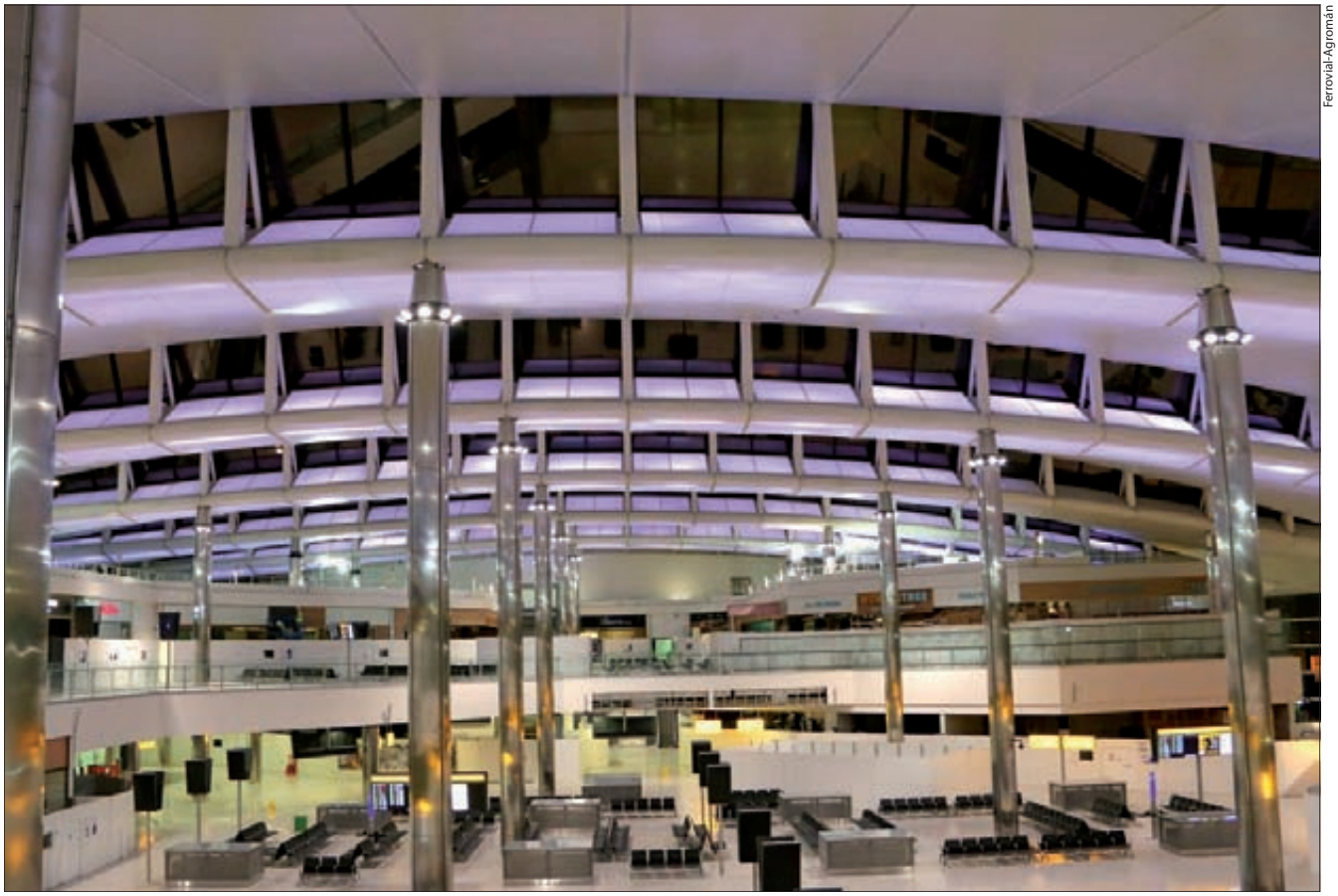
El 20% de la energía utilizada procede de fuentes renovables *in situ* gracias a un centro de energía eficiente construido en las inmediaciones; además, se instalaron más de 100 unidades de tratamiento de aire con sistemas de intercambio térmico, y las fachadas están dotadas de sistemas de protección pasivos, diseñados tras un modelado térmico.

> Sin salir de Europa

En Polonia, la filial de Ferrovial en ese país, Budimex, fue la encargada de ejecutar la construcción de la nueva terminal del Aeropuerto de Lublin, que se inauguró en 2012, una instalación que tiene una extensión de 11.000 metros cuadrados con capacidad de recibir a 1 millón de pasajeros anuales, un proyecto que se desarrolló en poco más de un año.

También fue la encargada de la construcción de la Terminal 2 del aeropuerto Lech Walesa de Gdansk, un proyecto que fue reconocido con los premios "Tricity Wings 2012" y el "Top Municipal Investments 2013". Inaugurada en 2012, y con unas dimensiones de 39.400 metros cuadrados, esta nueva instalación ha permitido doblar la capacidad de este aeropuerto hasta alcanzar los 5 millones de pasajeros anuales.

Actualmente Ferrovial y su filial polaca están ejecutando la ampliación de la pista de despegue del aeropuerto de Varsovia, que con sus 10 millones de pasajeros anuales, concentra el 40% del tráfico aéreo de Polonia.



Ferrovial-Agromán

♦ Interior de la T2 del aeropuerto de Heathrow.

También interviene en el aeropuerto de Szczecin-Goleniow (uno de los principales puertos del Báltico), en un proyecto que comprende la mejora de una sección de 2,5 kilómetros de las actuales pistas, la construcción de otra de rodaje paralela, de 2,5 kilómetros, así como de otras cuatro de 720 metros de longitud.

Por último, y sin salir del país, la filial polaca de Ferrovial también está construyendo la pista de aterrizaje del Aeropuerto Internacional de Katowice, de 3,2 kilómetros de longitud, que recibe 2,5 millones de pasajeros anuales, y la del Aeropuerto de Olsztyn, al noroeste del país.

Sin salir de Europa, a principios de este año se finalizaban las obras llevadas a cabo por el consorcio liderado por FCC en el aeropuerto de Riga (Letonia), el más importante de los Estados bálticos que conecta de forma directa con 28 países y opera también con vuelos domésticos.

Realizado entre 2013 y 2014, el proyecto consistió en la renovación de las pistas de vuelo, instalación de un sistema de iluminación categoría II, construcción de dos hangares anti-hielo, de dos nuevas zonas de estacionamiento de aviones y de un nuevo sistema de drenaje. Una reconstrucción de una superficie de las pistas de vuelo de 45x2.300 mm y el refuerzo de las franjas laterales, para mejorar la seguridad en caso de posibles accidentes.

Además, el proyecto incluyó la construcción de dos zonas de maniobra para mejorar la capacidad de la pista y la reconstrucción de dos zonas de abastecimiento. Estos trabajos han consistido en la demolición del pavimento existente, el extendido de un nuevo pavimento y la renovación de la señalización.

> Costa Rica

Al otro lado del charco, además de su presencia en Colombia, FCC está trabajando en la reforma del aeropuerto internacional Juan Santamaría, en Alajuela, a 18 kilómetros de San José (Costa Rica) con la construcción de un hangar.

Las instalaciones de Alajuela dan servicio a aerolíneas que vuelan a todo el conjunto del continente americano y sus conexiones con Europa, convirtiéndose en uno de los aeropuertos con mayor crecimiento en la región, tanto en número de pasajeros –con casi 5 millones de usuarios anuales–, como en número de aerolíneas que lo utilizan y por volumen de carga.

La obra, con una superficie total de 21.894 metros cuadrados, consta de un edificio principal, el hangar, de 124,5 metros de largo por 118 metros de ancho y una altura de 26,8 metros, y una serie de edificios auxiliares como los destinados a talleres, uno para usos ge-

Acciona

♦ Aeropuerto de San Pedro de Sula (Honduras)

nerales y un edificio para almacenamiento de líquidos y materiales inflamables, además de un aparcamiento con 150 plazas.

El proyecto contempla construir el hangar a 150 metros de la pista, con capacidad para seis aeronaves, con el Boeing 757-300 como referencia.

> También en África

Dentro del continente africano destaca la presencia de la española Sacyr, con intervención en 4 aeropuertos en Angola.

En 2010 finalizaba la remodelación y ampliación del Aeropuerto Internacional 4 de Fevereiro en la capital, Luanda, preparándolo para recibir el embarque de 840 pasajeros y el desembarque de 1.000 pasajeros por hora, todo en un área bruta de construcción de 37.824 m^2.

Para ello se aumentó el hall, se instalaron ascensores, sistemas electrónicos de avisos, redes eléctricas, hidrosanitarias, de transmisión de datos y todos los trabajos de construcción civil y remodelación de la nueva terminal.

En la zona de embarque se aumentaron los puestos *check-in*, se instalaron cintas para el transporte de equipaje, puestos de control de seguridad y de pasaportes, puertas y puestos de embarque, y se remodeló la sala de espera, incluida la construcción de nuevas salas de embarque y de todo el resto del espacio público en el primer piso.

En la de desembarque se aumentó la cantidad de puestos de control de pasaportes, policía y sanidad aeroportuaria, se instalaron nuevos equipos electromecánicos para las cintas transportadoras de equipaje, y se aumentó el área destinada al desembarque de pasajeros, incluida la construcción de un área comercial, de servicios, etc.

En otra intervención dentro de este mismo aeropuerto Sacyr remodeló la terminal nacional. Lo primero fue levantar una tienda de 4.500 m^2 para establecer una provisoria mientras se demolía la existente y se construía la nueva, en un área de construcción de 8.200 m^2, distribuidos en dos pisos y un entrepiso.

La construcción cuenta con una estructura metálica fundada en macizos de hormigón a través de micropilotes, paredes exteriores e interiores con bloques de hormigón revestidos con piedra, cerámicos, revoque y estuco. Piso en piedra y cerámicos, techos internos en Pladur, metálicos y techo externo en ABM. Se trabajó en el equipamiento de veinticinco puestos de atención, una cinta transportadora de equipaje, tres ascensores y una escalera mecánica, además de las instalaciones necesarias.

También en Angola, Sacyr ejecutó otras tres obras: las de remodelación del Aeropuerto Yuri Gagarin en

Ferrovial-Agromán

♦ Aeropuerto de Gdansk (Polonia).

Namibe, con la construcción de los edificios de la terminal, bomberos, control y una planta eléctrica; las del Aeropuerto Internacional de Catumbela, en dos fases, con la ejecución de terminaciones generales e instalaciones especiales, la torre de control, la subestación eléctrica, el centro de servicios y el edificio de bomberos, y las del Aeropuerto Albano Machado en Huambo, terminadas en 2011.

// La ampliación de Heathrow ha sido uno de los proyectos más complejos al mantenerse operativo durante las obras //

Otro continente en el que podemos encontrar presencia española es Asia. En Nepal, Sanjosé Constructora es la adjudicataria de la ampliación y remodelación del Aeropuerto Internacional de Kathmandú (Tribhuvan International Airport -TIA), destinada a facilitar el flujo de pasajeros y mejorar todas las condiciones de calidad y seguridad necesarias, pudiendo operar durante las 24 horas del día.

La ejecución, financiada por el Banco Asiático de Desarrollo (ADB), prevé la ampliación de la pista de aterrizaje y una nueva iluminación, la construcción de nuevas calles de rodadura de aviones, la ampliación de la zona de estacionamiento de aeronaves, la reforma y ampliación de la terminal Internacional, un nuevo sistema de transporte de equipajes, varias obras civiles e instalaciones asociadas y el suministro de cierto equipamiento a los aeropuertos regionales de Rara y Simikot. Un proyecto que generará unos 500 puestos de trabajo directos durante la construcción.

El mapa de la presencia española lo completan, entre otras, empresas como OHL con su intervención en la plataforma de estacionamiento de aviones en el Aeropuerto Internacional Arturo Merino Benítez de Santiago de Chile, en el aeropuerto Internacional Václav Havel de Praga o en el Aeropuerto de Puerto Escondido, en Oaxaca. También ACS, que a través de sus filiales ha construido terminales en Estados Unidos en Sacramento y San Diego, renovado la T2 de San Francisco y modernizado el área terminal central del aeropuerto de Los Ángeles. A ellas se ha sumado también la reciente adjudicación de la ampliación y mejora de las terminales 2 y 3 del aeropuerto de Riad a través de su filial Hochtief. Y respecto a proyectos de ingeniería, Typsa se va a encargar de elaborar el proyecto de ingeniería de detalle así como de asistencia a las obras de la fase 1B de la terminal del aeropuerto brasileño de Belo Horizonte.

Una presencia internacional a través de la ejecución de infraestructuras aeroportuarias que consolida a España como referente en muchos países del mundo. □

Revista del Ministerio de

Fomento

VIADUCTOS SINGULARES DEL SIGLO XXI (FERROCARRIL)

MONOGRÁFICO
Julio-Agosto 2014

PVP: 6 €

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

SOLICITE SU EJEMPLAR EN TELF. : 91 597 53 85 / 53 91
Por fax: 91 597 85 84 (24 horas)
Por correo electrónico: cpublic@fomento.es

Filarmónica del Elba, Hamburgo.

Hochtief-ACS

La edificación española no conoce fronteras

Un mundo en construcción

OHL

♦ Biblioteca Nacional de Praga.

Mariano Serrano Pascual

Más allá de las edificaciones asociadas a las infraestructuras del transporte, como estaciones, puertos o aeropuertos, la actividad de las empresas constructoras españolas en el mundo se traduce en muchas otras obras de la más diversa tipología. Así, cada vez son más los edificios con destino residencial, comercial, industrial, tecnológico, cultural o de servicios al frente de cuya ejecución se encuentra algún grupo constructor español.

La presencia española en la edificación se extiende por todo el planeta. Realizados en los últimos años o todavía en ejecución, nuestras empresas levantan viviendas y oficinas, centros de negocios y edificios industriales, complejos turísticos, establecimientos penitenciarios, auditorios y palacios de congresos, centrales térmicas, estadios deportivos, institutos tecnológicos o centros de investigación y hospitales.

> Hospitales y centros de investigación

Uno de los sectores de edificación que cuenta con una mayor presencia de las constructoras españolas es el sanitario y de investigación médica. Una empresa con gran actividad en este sector es Acciona, que construye el hospital general de Nogales, en el estado mexicano de Sonora, o el Instituto Oncológico Nacional de Panamá. El hospital de Nogales tendrá una superficie de 27.500 m^2. Con una inversión en infraestructuras de 623 millones de pesos mexicanos (alrededor de 36 M€), contará con 144 camas. El hospital dará servicio no solo a la ciudad de Nogales, población de cerca de 250.000 habitantes, sino también a las poblaciones cercanas como Magdalena, Benjamín Hill y Puerto Peñasco, entre otras. El hospital se construirá siguiendo la normativa internacional de edificación sostenible LEED, que supone la autosuficiencia energética, con la instalación de paneles solares en la azotea y estructuras diseñadas para el aislamiento térmico, algo imprescindible en un desierto como el de Sonora. Estas medidas, encuadradas en un plan general de sostenibilidad elaborado por la compañía española a nivel global, incluyen no solo acciones dirigidas al sostenimiento medioambiental sino también a la prevención de riesgos laborales. El hospital, que comenzó a construirse en marzo del año pasado, estará listo para su entrega este mismo otoño.

El de Nogales es ya el séptimo hospital construido por Acciona en México, aunque no es este el único país en el que la empresa española ha levantado hospitales recientemente. También hay que mencionar el Fort St. John y Centro de Atención Residencial en la Columbia Británica (Canadá), el Royal Jubilee de Victoria, también en Canadá, o el Exequiel González Cortez en Chile. En cuanto al primero –terminado a finales de 2012 y en el que se han invertido 170 M€–, fue premiado por la Asociación de Construcción Regional de Vancouver, que reconoció no solo las dificultades técnicas derivadas del clima tan riguroso de la Columbia Británica (con temperaturas de hasta -40 °C), sino tam-

bién el haberse desarrollado el proyecto según la certificación LEED Gold de construcción sostenible, entre cuyas características están la reutilización de las aguas pluviales, la gestión de las aguas superficiales, el uso de luz natural, la alta eficiencia energética, la reducción del ruido y de los compuestos orgánicos volátiles. El proyecto incluyó el diseño, la construcción y la concesión durante 30 años del funcionamiento y mantenimiento del hospital, con 55 camas, y el anexo del centro residencial para la tercera edad con 123 camas. También en la Columbia Británica, otra referencia de la edificación hospitalaria fue el Royal Jubilee de Victoria, un hospital terminado en 2011 con una inversión de 348 millones de dólares canadienses (unos 250 M€). El proyecto incluyó el diseño y construcción del centro sanitario, así como la operación y mantenimiento posteriores. El hospital es una torre de 8 plantas que dará servicio a una población de 750.000 personas.

// En todas las construcciones hospitalarias se está dando una especial importancia a la eficiencia enegética //

Por lo que se refiere al hospital Exequiel González Cortés, se trata de un nuevo complejo hospitalario en este centro pediátrico ubicado en la comuna de San Miguel, en Santiago, la capital de Chile. Realizado por el consorcio formado por Acciona y Copasa, el nuevo Exequiel estará terminado este mismo año. Con una inversión de unos 62 M€ y en una superficie de 52.000 m² –de ellos más de 30.000 de áreas clínicas–, constará de 5 pabellones médicos y quirúrgicos y 168 camas, además de zonas de apoyo logístico e industrial y aparcamiento. En su construcción se ha dado una especial importancia a los aspectos relativos a la eficiencia energética y seguridad sísmica. En el primer aspecto, se han implementado una serie de medidas tanto de arquitectura pasiva –aislamiento térmico de alta eficiencia, predominio de iluminación natural, control solar, etc.–, como en elementos activos; en el segundo aspecto, el hospital cuenta con un sistema de aislamiento sísmico compuesto por dispositivos elastómeros situados en el nivel subterráneo. Y también Acciona, en este ámbito de la medicina, realiza en Panamá el proyecto de diseño y construcción del Instituto Oncológico Nacional. Situado en la localidad de Chivo-Chivo, a 11 kilómetros al oeste de la capital panameña (junto a la llamada Ciudad Hospitalaria, en cuya construcción intervienen otras empresas españolas), el diseño arquitectónico ha corrido a cargo del estudio español Taller de Arquitectura Sánchez-Horneros (TASH). Con un presupuesto de 125 M€ y una superficie de construcción de 33.350 m², el instituto tendrá 280 camas, cuatro búnkeres de radioterapia, instalaciones de quimioterapia, cirugía, hospitalización, consulta externa, medicina física y rehabilitación, medicina nuclear, unidad de gastroenterología y banco de sangre, así como estacionamientos en superficie. El instituto no está destinado únicamente al tratamiento de pacientes oncológicos, sino que también será un centro de referencia en la investigación y docencia de esta especialidad. Su entrega está prevista en 2016.

No abandonamos Panamá, donde otra empresa, FCC, construye la ya citada Ciudad Hospitalaria de Ciudad de Panamá, al oeste de la capital. El proyecto consiste en el diseño, desarrollo urbanístico, estudio de impacto ambiental, construcción, financiación y equipamiento de las instalaciones de este complejo sanitario con una superficie construida de 219.000 m². El complejo está compuesto por varios edificios que al-

Ferrovial

FCC

♦ Arriba, centro tecnológico de Wielkopolska (Gran Polonia). Debajo, Tribunal Electoral de Panamá.

Ferrovial

♦Estadio de Lublin y biblioteca de la Universidad de Luanda.

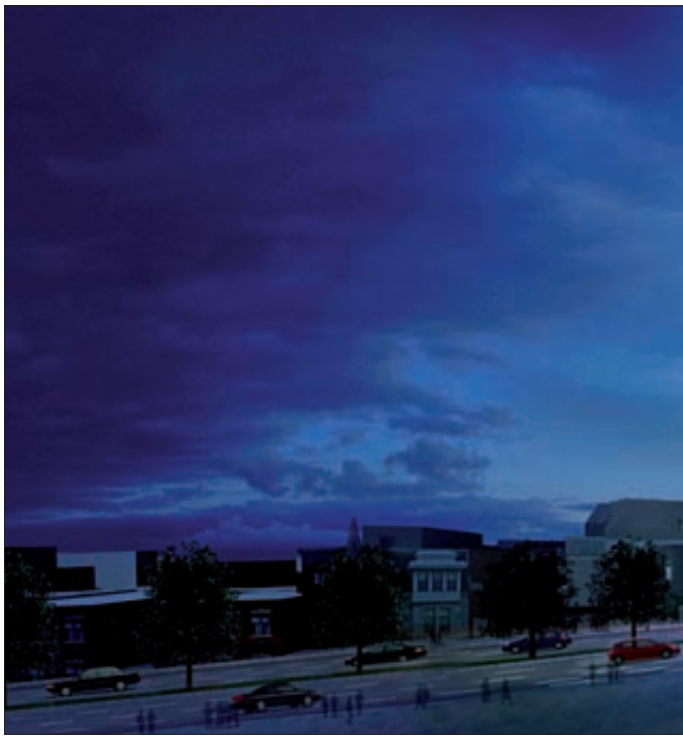
bergarán todas las especialidades, así como una residencia hospitalaria. También este proyecto ha sido diseñado por el estudio Taller de Arquitectura Sánchez-Horneros (TASH), que ha tenido muy en cuenta las condiciones medioambientales y meteorológicas del país. Con un presupuesto de 517 millones de dólares, será el mayor de Centroamérica y contará con las más modernas instalaciones de toda la región. Se estima que en el complejo hospitalario –cuyas obras comenzaron en 2012, estando prevista su terminación este año– recibirá atención sanitaria un millón y medio de personas.

También en este país centroamericano, la misma FCC acaba de construir el hospital regional Luis Chicho Fábrega, en la ciudad de Santiago. Con una superficie de 46.460 m^2 y un presupuesto de 127 M€, el hospital está dividido en una planta sótano, planta baja que alberga los servicios centrales y cinco plantas en altura para hospitalización (330 camas) y médicos de guardia, en un edificio de cimentación directa, fachadas de piezas de hormigón y vidrio y cubiertas invertidas. El proyecto arquitectónico se debe a los españoles Alfonso Casares y Carlos Lamela, y sigue criterios de respeto al medio ambiente según un concepto de "hospital verde y sostenible", con el empleo de materiales con bajo contenido de energía primaria, uso responsable del agua, reducción de consumo de energía y optimización de todas las instalaciones aprovechando al máximo la luz solar.

Sacyr

Seguimos aún el continente americano. OHL construye en Canadá el centro hospitalario de la Universidad de Montreal (CHUM). La construcción de este hospital se desarrolla en dos fases, que estarán finalizadas en 2016 y 2020, con el fin de afectar lo menos posible los servicios urbanos y hospitalarios. Con un presupuesto de 1.461,9 M€ y 332.656 m^2 construidos, el hospital contará con 772 camas repartidas en 26 unidades de hospitalización, centro ambulatorio, servicios de diagnóstico, 39 quirófanos, medicina nuclear y un centro integral de oncología, entre otros servicios especializados. El hospital CHUM se construye mediante el sistema Fast Track –sistema de gestión de la construcción que permite solapar el diseño del proyecto y la ejecución de las obras– y en condiciones climatológicas adversas, debido a las bajas temperaturas que registra el invierno canadiense. Por otro lado, el proyecto contempla también la reconstrucción de edificios del patrimonio histórico de Montreal, que fueron retirados para la obra, como el campanario de la igle-

Aldesa



sia Saint-Sauveur y la fachada de la casa Garth, que pasarán a formar parte del complejo.

La misma empresa, OHL, es la constructora del hospital Horacio Oduber, en Oranjestad, capital de la isla de Aruba. Las obras –adjudicadas en el mes de junio del año pasado por un valor de 71,5 M€– tendrán una duración de 4 años y serán ejecutadas en dos fases: una primera consistente en la construcción de nuevos edificios (15.500 m^2) y una segunda en la que se acometerá la renovación de las instalaciones ya existentes. OHL ha desplegado en los últimos años una intensa actividad en América en el ámbito sanitario. Ya en 2008 levantó el hospital militar La Reina, en Santiago de Chile, y se ha adjudicado obras de reforma o ampliación de hospitales en otras partes del continente, entre otras, las del South Hospital y el Children's Hospital, ambos en Miami (Florida), o el hospital materno infantil Dr. Héctor Quintana en Argentina. Por su parte, el grupo ACS se adjudicó en 2014 por un valor de 90 M€ las obras del nuevo complejo sanitario de la clínica Cruz Blanca Salud, en la comuna de La Florida (provincia de Santiago de Chile). También en Chile, la empresa Sacyr construye el hospital de Antofagasta, que con una superficie construida de 114.000 m^2 se convertirá en el mayor del país. Tendrá 18 pabellones con 45 boxes de consulta y 24 de urgencia, y tendrá capacidad para cerca de 700 camas. Además de la construcción, Sacyr será la encargada del mantenimiento y la explotación de servicios no sanitarios, así como del mantenimiento del equipo médico.

♦ Arriba, edificio del parque científico Tecnopolo, de México. Debajo, hospital militar La Reina, Santiago de Chile.

// Además del sanitario, las empresas españolas tienen otro punto fuerte en la edificación tecnológica //

Dejamos América para trasladarnos al otro lado del mundo. En Tasmania, Australia, el grupo ACS se adjudicó las obras de mejora y rehabilitación del hospital Royal Hobart, mientras que en Abu Dabi el mismo grupo formó parte del consorcio que se adjudicó en 2011 –por un valor superior a los 400 M€– las obras de construcción del hospital Al Mafraq. Este hospital, situado a 30 km de la capital de Emiratos Árabes Unidos, tiene una superficie de 245.000 m^2, 700 habitaciones, quirófanos, laboratorios y todas las especialidades y servicios, y fue abierto al público el año pasado. Cerca, en Doha, capital de Qatar, OHL encabezó el consorcio encargado de la construcción del centro médico y de investigación de Sidra. La obra, con un presupuesto de 1.841,5 M€, incluyó el diseño, construcción y equipamiento de un complejo de 378.000 m^2, compuesto por varios edificios y la urbanización de todo el complejo, 150.000 m^2 de jardines, paseos, fuentes, etc.

Para terminar este recorrido por las obras sanitarias españolas en el extranjero, venimos a Europa, a Portu-

OHL

OHL

♦ Centro hospitalario de la Universidad de Montreal (Chun), Canadá.

gal, donde Sacyr ha acometido en los últimos años la construcción de varios hospitales como los de Braga, Ilha Terceira (Azores) y el de Vila Franca de Xira. Por su parte, en la República Checa OHL ha realizado las obras de ampliación y reforma de otro centro de investigación clínica, el de Brno, compuesto por la clínica y el centro de investigación neurológica y la clínica y el centro de investigación cardiovascular. Con una superficie de 24.000 m^2 y 180 camas, el centro médico y de investigación de Brno cuenta con laboratorios científicos y medios quirúrgicos de alto nivel. Por último, un consorcio encabezado por FCC construyó en el año 2012 el hospital de Enniskillen, en Irlanda del Norte. Con una inversión de unos 340 M€, el centro sanitario ha sido el primero que se adjudica en Irlanda del Norte en régimen de colaboración entre el sector público y privado. En una superficie de 65.000 m^2, cuenta con 315 camas para hospitalización, maternidad, servicios de urgencia y varias especialidades, además de otro edificio para alojamiento de trabajadores. Por otro lado, tiene un centro energético que lo convierte en uno de los hospitales más eficientes desde el punto de vista de la gestión de la energía, aspecto que ha sido reconocido con varios premios de diseño sostenible.

> Edificación industrial y tecnológica

Las empresas españolas en el extranjero tienen otro punto fuerte en la edificación destinada a la tecnología y la industria. Y aunque también se construyen edificios en otras partes del mundo, en este sector es en Europa donde se han realizado o se están realizando en la actualidad algunos de los proyectos más interesantes. Así, Ferrovial Agromán, a través de su filial Budimex, se ha introducido con fuerza en este sector en Polonia con varios proyectos reseñables como la planta energética de Turów y algunos centros de tecnología avanzada, como los de la Universidad de Varsovia y el de Wielkopolska (Gran Polonia), en el Báltico. En cuanto al primer proyecto, el consorcio formado por Budimex, Hitachi Power y la también española Técnicas Reunidas, se ha adjudicado recientemente la ampliación de la central eléctrica de Turów, en el sudoeste del país. El proyecto, valorado en 770 M€ y con una duración de 56 meses, comprende el diseño y la construcción de un nuevo bloque energético, así como el montaje de los aparatos de control y medición, la construcción de una torre de refrigeración, el sistema de extracción de cenizas y escoria y la instalación de equipos auxiliares termo-mecánicos.

En este mismo campo, Budimex-Ferrovial ya realizó la planta energética de Belchatów y participa en otros proyectos relacionados con otros equipamientos industriales como cementeras, instalaciones de residuos y tratamiento de aguas. Por otro lado, con un presupuesto de 65 M€, la misma empresa está ejecutando el proyecto del laboratorio central de la Universidad Politécnica de Varsovia, que comprende la construcción de un edificio principal de cuatro plantas y otros edificios auxiliares. En total, representan más de 33.000 m^2. Las obras finalizarán este mismo año. Otro proyecto acometido por la filial de Ferrovial es el Centro de Gestión de Innovaciones y de Traspaso de Tecnologías de la misma universidad, con un edificio de siete plantas.

También en Polonia, ACS se ha adjudicado recientemente el contrato para el diseño y construcción de instalaciones de la planta de Volkswagen en Września,

La arquitectura española y las infraestructuras del transporte

La arquitectura española también se exporta y los proyectos arquitectónicos realizados por estudios españoles abarcan todas las tipologías, entre ellas, por supuesto, las que afectan a las infraestructuras del transporte. Así, algunos de los proyectos más singulares de estaciones de ferrocarril y metro, terminales de aeropuertos, edificaciones portuarias o puentes de todo el mundo se deben a estudios de arquitectura con participación española. Ciñéndonos a los más recientes –algunos aún en ejecución– y sin ánimo de ser exhaustivos, se podrían citar los siguientes:

Metro y ferrocarril

Estación de ferrocarril de Basilea (Suiza), de Antonio Cruz y Antonio Ortiz.
Birmingham New Street Station (Reino Unido. En la foto), de Alejandro Zaera-Polo y Maider Llaguno (AZPML).
Estación de Lieja-Guillemins (Bélgica) y estación Mediopadana de Reggio-Emilia (Italia), ambas de Santiago Calatrava.
Estación de metro de Clichy-Montfermeil (París), la estación metropolitana de Nápoles y el acceso a la estación de metro de Takaoka (Japón), de Enric Miralles y Benedetta Tagliabue (estudio EMBT).
Ampliación del metro de Argel, estaciones de la línea 6 del metro de Santiago de Chile y metro de Riad, de ACXT/IDOM.

Aeropuertos

T1 y T2 del aeropuerto de Varsovia, del estudio Lamela.
T2 ("Terminal de la Reina"), del aeropuerto de Heathrow (Reino Unido), de Luis Vidal Arquitectos.
Cross-border entre los aeropuertos de Tijuana y San Diego, de ACXT/IDOM.
Sala VIP Iberia/America Airlines del aeropuerto de Ezeiza (Buenos Aires), de Israel Alba.

Puentes

Puente peatonal y para bicicletas Lent-Tabor en Maribor (Eslovenia), de Burgos y Garrido.
Puente Calgary Peace (Canadá), de Santiago Calatrava.
Puente de Waterford y puente Nueva Europa, de Fernández Casado.

Puertos

Terminal portuaria de Yokohama, del estudio Foreign Office Architects, formado por Alejandro Zaera-Polo y Farshid Moussavi.
Puerto de Kinmen (Taiwán), de Enric Miralles y Benedetta Tagliabue (EMBT).
La construcción de algunos de estos proyectos se debe además a empresas españolas. Es el caso de los metros de Argel y Riad y de las terminales aeroportuarias de Varsovia y Heathrow.

AZPML

y el mismo grupo empresarial, a través de Hochtief, trabaja, esta vez en el Tirol austriaco, en la construcción de una central hidroeléctrica sobre el río Inn. En la obra, que tiene un presupuesto total de 132 M€, destaca la construcción del que será, con sus 22,6 km de longitud y 6,5 m de diámetro, el mayor túnel de Austria. Está previsto que las obras terminen en 2018.

// Los complejos industriales, comerciales y de servicios son otros campos en los que destaca la edificación española //

Dejamos Europa y nos trasladamos al continente americano, donde dos empresas españolas construyen sendas edificaciones en México con destino industrial o tecnológico. Acciona es la responsable de la central térmica de Baja California Sur. El año pasado, la Comisión Federal de Electricidad (CFE) de México adjudicó a esta empresa por 107 millones de dólares (unos 77 M€) el diseño, suministro, construcción y puesta en operación de la fase V de la central térmica de Baja California Sur. El contrato supone la ampliación de una central situada en La Paz, capital del Estado, que ya tiene cuatro fases en funcionamiento –una de ellas, la fase III, operativa desde 2012, también diseñada por Acciona–. La planta de generación térmica aprovecha combustibles residuales del petróleo para la generación de electricidad a partir de motores de combustión interna, lo que permite optimizar el ciclo del crudo y su reutilización con el mínimo impacto ambiental, algo esencial en un entorno de alto valor ecológico como es la península de Baja California Sur. Además, el contrato incluye el diseño y la instalación de un novedoso sistema de reducción de emisiones de óxido de nitrógeno. La nueva planta, cuya entrega se prevé para 2016, contribuirá al abastecimiento eléctrico de La Paz y las zonas turísticas del Estado, con una cobertura estimada de más de 200.000 habitantes. En Brasil, Typsa desarrolla la ingeniería de la central hidroeléctrica de Belo Monte, que con 11.233 MW se convertirá en la tercera más grande del mundo, y en Uruguay está también presente en la central hidroeléctrica fluyente de Sacachispas. Typsa desarrolla asimismo otros proyectos hidráulicos en Arabia Saudí, donde supervisa las obras de 4 depósitos de las reservas estratégicas de agua en Riad y Jeddah. Typsa desarrolla también en este país la que será la primera desaladora del mundo que funcionará con energía solar, una planta de desalación de ósmosis inversa alimentada por una planta fotovoltaica situada en Al-Khafji, que consolida su amplia presencia en Arabia Saudí, lo que ha llevado a confirmarla, conforme al *ranking* de la prestigiosa revista norteamericana ENR como la primera empresa exportadora española del sector de servicios profesionales de consultoría en ingeniería civil.

Ferrovial

Por su parte, Aldesa finalizó en 2013 las obras del singular edificio que alberga el parque científico Tecnopolo Esmeralda, en el Estado de México. El edificio, cuya fachada fue diseñada por el escultor mexicano Sebastián, consta de seis plantas sobre rasante, con una superficie en planta baja de 775 m^2 y 340 m^2 de media en el resto de plantas. El parque tecnológico está ubicado en Atizapán, en el Estado de México, y alberga desde el año pasado el Centro de Investigación, Tecnología y Negocios de la Universidad Autónoma de México. También en América y en este apartado de la edificación con destino tecnológico, hay que destacar el Centro para Tecnología Aplicada de Edmonton, perteneciente al Instituto Tecnológico del Norte de Alberta (Canadá), contrato por valor de 157 M€ debido al grupo ACS. También del grupo ACS, esta vez en Asia-Oriente Medio y en el ámbito de la edificación industrial, hay que destacar el diseño y construcción de las instalaciones y servicios asociados en dos islas artificiales en Abu Dabi, como parte del desarrollo de varios campos petrolíferos. El contrato comprende la construcción de cuatro edificios de alojamientos, dos de oficinas, así como las plantas de generación y de tratamiento de aguas.

Y para terminar con este capítulo no podemos dejar de citar la actividad de otros tres grupos españoles. Por un lado, Sacyr, donde Valoriza Agua, perteneciente a este grupo, se ha convertido en un referente mundial en la construcción de plantas desaladoras y de tratamiento de aguas como las de Binningup y Perth (Australia), Ashdod (Israel) o Themclen Hounaine y Skikda (Argelia). Por otro lado, Abengoa destaca por sus plantas de energía solar, como las de Mojave y Arizona (EE. UU.). Por último, Técnicas Reunidas es también una referencia inexcusable, en este caso en la construcción de refinerías y plantas de gas: las de Izmit y el Egeo (Turquía), Volvograd (Rusia), Talara (Perú), Jazan y Jubail (Arabia Saudí) y Penderang (Malasia) son algunos ejemplos.

♦ Arriba, Museo de Silesia. Debajo, hospital de Illa Terceira, en las Azores.

> Vivir, trabajar, comprar

Uno de los sectores donde se aprecia una mayor actividad de las empresas españolas en la edificación es el destinado a uso habitacional, comercial y de oficinas. Comenzando por Europa, la compañía ACS, a través de su filial Hochtief, tiene en Alemania varios proyectos recientes de centros comerciales destacables, como el centro comercial y de oficinas DreiEins en Düsseldorf y el centro Arge Neubau EKZ de Böblingen. Otros contratos del grupo en Alemania son los proyectos inmobiliarios Leonardo da Vinci y Adickesalle, ambos en Fráncfort del Meno, o el complejo residencial Lux de Berlín. Al otro lado del Atlántico, la misma empresa tiene su punto fuerte en EE. UU., donde se ha adjudicado en los últimos años varios grandes proyectos. Así, en California, construirá un edificio de oficinas de 26 plantas en San Francisco y el complejo Wilshire Grand Center en Los Ángeles. Este último proyecto consiste en una torre de 73 plantas y 335 m de altura. Una tercera parte de los pisos está destinada a oficinas y el resto al nuevo hotel, de 900

Sacyr

FCC

habitaciones. A partir de la planta 70 se instalarán un *sky lobby*, miradores, restaurantes y piscinas. El proyecto, que comenzó en 2012 con la demolición del antiguo hotel no estará terminado hasta 2017, y su coste total se estima en unos mil millones de dólares. Además, en Cleveland, el mismo grupo levantará otro hotel, el Convention Center, una torre de 28 plantas que albergará un establecimiento de la cadena Hilton.

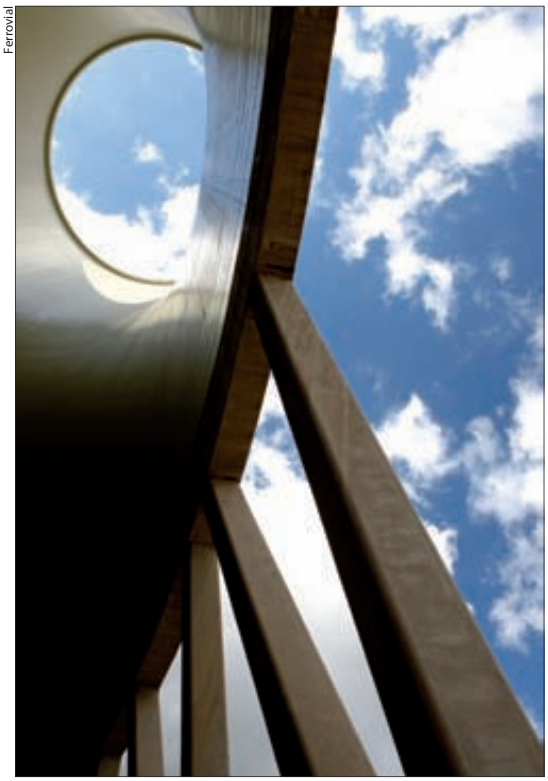
// Con destino turístico, las empresas españolas desarrollan algunos de los principales proyectos de Oriente Medio y Asia-Pacífico //

También en América, el grupo FCC tiene edificios singulares reseñables, entre ellos el ya finalizado edificio corporativo de Banpro, el mayor banco privado de Nicaragua, en la capital, Managua. Con casi 10.000 m^2 de superficie construida, consta de 5 niveles (un sótano y cuatro plantas), además de áreas exteriores con jardines y estacionamientos. Diseñado por un estudio de arquitectura costarricense, recoge las tendencias más innovadoras en diseño arquitectónico. También se debe a FCC la torre Bancomer, construida para ubicar la sede del BBVA en la capital mexicana. Se trata del segundo rascacielos más alto de la ciudad, con una superficie construida de más de 150.000 m^2, 235 m de altura sobre rasante, 50 niveles en altura y 5 de sótanos, además de zonas verdes. Con un diseño postmodernista de la prestigiosa firma Skidmore, Owings and Merril y un enfoque puesto en la eficiencia de los espacios y energética, bajo especificaciones LEDD, la estructura de la torre es de hormigón y acero, empleándose la última tecnología en protección frente a seísmos, protección solar y ahorro de energía. La obra, que comenzó en 2008, se terminó en diciembre del año pasado, y otra empresa con matriz española, Aldesa, se ha encargado de los acabados interiores y exteriores de oficinas.

♦Hospital de Enniskillen, Irlanda del Norte.

Volviendo al ámbito hotelero, y también en México, en el cabo de San Lucas de Baja California Sur, construye Aldesa el hotel Los Cabos, un complejo turístico con 300 habitaciones y suites, restaurantes y 1.220 m^2 de salones para eventos. La superficie total en la que se desarrolla el proyecto tiene 6 ha, enmarcadas en el nuevo desarrollo turístico, residencial y comercial denominado Puerto Los Cabos. Por otro lado, la empresa OHL desarrolla desde hace años el proyecto Mayakoba, en la Riviera Maya, un proyecto de largo recorrido que comenzó con un conjunto de *resorts* y continúa en la actualidad con el diseño y construcción de toda una ciudad. Fue en 1994 cuando OHL Desarrollos inició la concepción de Mayakoba Resorts, un modelo que partía de la base de la conservación y regeneración de dunas de arena, manglares y arrecifes coralinos. Los estudios para protección del ecosistema duraron 5 años y 13 más las obras sobre el ecosistema y las de construcción del complejo, que incluye varios hoteles, villas, apartamentos y campos de golf, todo ello sobre una superficie de 250 ha. Para la recuperación del manglar se construyó un sistema lagunar de canales artificiales navegables de 25 ha y 13 km de longitud, lo que ha permitido que Mayakoba se haya convertido en hábitat natural de cerca de 200 especies. Bajo los mismos criterios de sustentabilidad y desarrollo integral y con una inversión aproximada de mil millones de dólares, la misma empresa acomete ahora la segunda fase del proyecto, Ciudad Mayakoba, sobre una superficie de 400 ha de las que dos terceras partes estarán dedicadas a uso residencial (unas 10.000 viviendas) y comercial, equipamientos educativos, deportivos y

Ferrovial



♦ A la Izqda., planta energética de Belchatów, en Polonia. Debajo, hospital Fort St. John, en la Columbia Británica.

culturales, y el resto se destinará a la creación de corredores biológicos y zonas de conservación.

Al otro lado del mundo, en la zona de Asia-Pacífico, las empresas del grupo ACS han realizado y tienen en ejecución varios proyectos, alguno de los cuales ya se ha convertido en emblemático. Como la torre Eclipse, en Sídney, con un original y elegante diseño curvo obra del estudio Fitzpatrick Partners. En Oriente Medio, el mismo grupo realiza en Dubái una de las fases de las obras de construcción del complejo residencial, hotelero y comercial denominado "Jewel of the Creek" de Port Saeed, donde se están construyendo hoteles, apartamentos, edificios de viviendas y comerciales y un centro de conferencias, en un conjunto de cinco edificios de entre 15 y 19 plantas. El contrato incluye la construcción de un puerto deportivo, varios puentes, las infraestructuras viarias y el diseño y desarrollo paisajístico del complejo. También en Dubái, empresas de este grupo construyen otro hotel, el mayor construido hasta ahora en Oriente Medio. Sustituirá al actual hotel Metropolitan y contará con tres edificios que albergarán varios hoteles de diferentes categorías y estilos. Contará además con jardines y servicios, como un teatro acuático. Se prevé que las obras terminen el año que viene.

En otros Emiratos Árabes como Catar y Abu Dabi, el mismo grupo ACS tiene una presencia casi constante. En Qatar (donde ya realizó en 2011 otra torre emblemática, Al Faisal Tower) cabe destacar la expansión del centro de la capital, Doha, que incluye, en el marco de un proyecto más amplio, la construcción de 5 torres de distintas funcionalidades. También en los Emiratos Árabes, otra empresa española con una actividad creciente es Ecisa, uno de cuyos últimos contratos es la construcción de tres torres de 23 plantas cada una en la isla artificial de La Perla, en Doha (Qatar). Por último, ya en Extremo Oriente, en China, Leighton (Hochtief-ACS) se ha adjudicado la construcción del que será el mayor complejo turístico hotelero y de juego del mundo. Con una inversión superior a los 2.000 M€, el complejo se levantará en 450.000 m^2 de terrenos ganados al mar entre las islas Macao Taipa y Coloane, e incluye un hotel de lujo, casinos, centros comerciales, restaurantes y varias áreas recreativas.

> Institucional y servicios

También en la construcción de edificios institucionales y entre los destinados a otros servicios públicos –defensa, sistema judicial, educativo o deportivo– destacan numerosas obras recientes debidas a constructoras españolas. Así, se pueden mencionar varios centros penitenciarios como los de Sarajevo o Melbourne. El primero –centro penitenciario de Naklo-Sarajevo, en Bosnia y Herzegovina– se debe a OHL ŽS (70%) y OHL (30%). Por su parte, ACS, a través de Leighton, se ha adjudicado el contrato para la construcción y explotación durante 25 años del centro penitenciario de Ravenhall, al oeste de Melbourne (Australia). El nuevo centro tendrá capacidad para un millar de reclusos. En este mismo ámbito de la justicia, también el grupo ACS se adjudicó el año pasado el contrato para la construcción del Palacio de Justicia de Stockton (California, EE. UU.), y FCC firmó en Centroamérica otro proyecto similar, el Complejo judicial central de Managua (Nicaragua), al que habría que añadir el Tribunal Electoral de Panamá, obra singular también finalizada ese mismo año, cuyo proyecto consistió en el diseño y ejecución de la sede de este tribunal, además de la construcción de los sistemas sanitarios, agua potable y pluvial y electrificación conectados a los servicios públicos, así como el diseño del sistema de aire acondicionado. La edificación consiste en la combinación de 3 edificios de estilo neoclásico de hasta 5 plantas con oficinas, despachos, salón de conferencias y otras salas, anfiteatro, museo y biblioteca, y una planta sótano de estacionamiento y servicios. Cada uno de

Acciona

los edificios –unidos y comunicados entre sí formando una figura ortogonal en forma de H– tiene una superficie construida de cerca de 2.500 m^2. Los dos edificios laterales tienen cubierta de metal, mientras que el central tiene cubierta de concreto; han sido construidos sobre pilotes vaciados *in situ* y están compuestos de columnas, vigas y losas –estas con un sistema de cables postesados para optimizar su diseño– de hormigón armado. La estructura del techo y la cubierta de los edificios laterales son de metal, sobre el que se colocó otra cubierta de tejas de arcilla. Las fachadas están construidas con bloques de hormigón o arcilla con grandes ventanas de vidrio tipo muro cortina. Todas las columnas exteriores llevan un sobre relieve con pedestal y capiteles con un acabado especial. Frente a los edificios se abre una plaza de 5.150 m^2 con una gran escalinata que da acceso a la entrada principal.

En otro aspecto de la edificación institucional, el de la defensa, cabe citar las obras del grupo ACS para el programa de transformación del centro de logística de defensa de Robertson Barracks del Gobierno australiano, consistente en la construcción de 11 edificios, además de los accesos al complejo y su urbanización (67.000 m^2 de aceras y 2,2 km de asfaltado). En el ámbito de las dotaciones para cultura y educación, son reseñables varios proyectos, entre ellos el museo de Silesia de Katowice (Polonia), obra singular a cargo de Budimex-Ferrovial. El proyecto ha consistido en el edificio que alberga el museo de Silesia –edificio de cuatro niveles más una planta sótano con sala multiusos–, un aparcamiento de varios pisos y un hall que constituye el punto central de distribución entre el museo y otras construcciones levantadas en el espacio donde se ubican, en el cual se han conservado algunas de las edificaciones industriales del siglo XIX pertenecientes a las antiguas minas. Referencias en el ámbito de las dotaciones culturales y para educación son también algunas obras de la empresa OHL en la República Checa, como la Biblioteca Nacional Técnica de Praga,

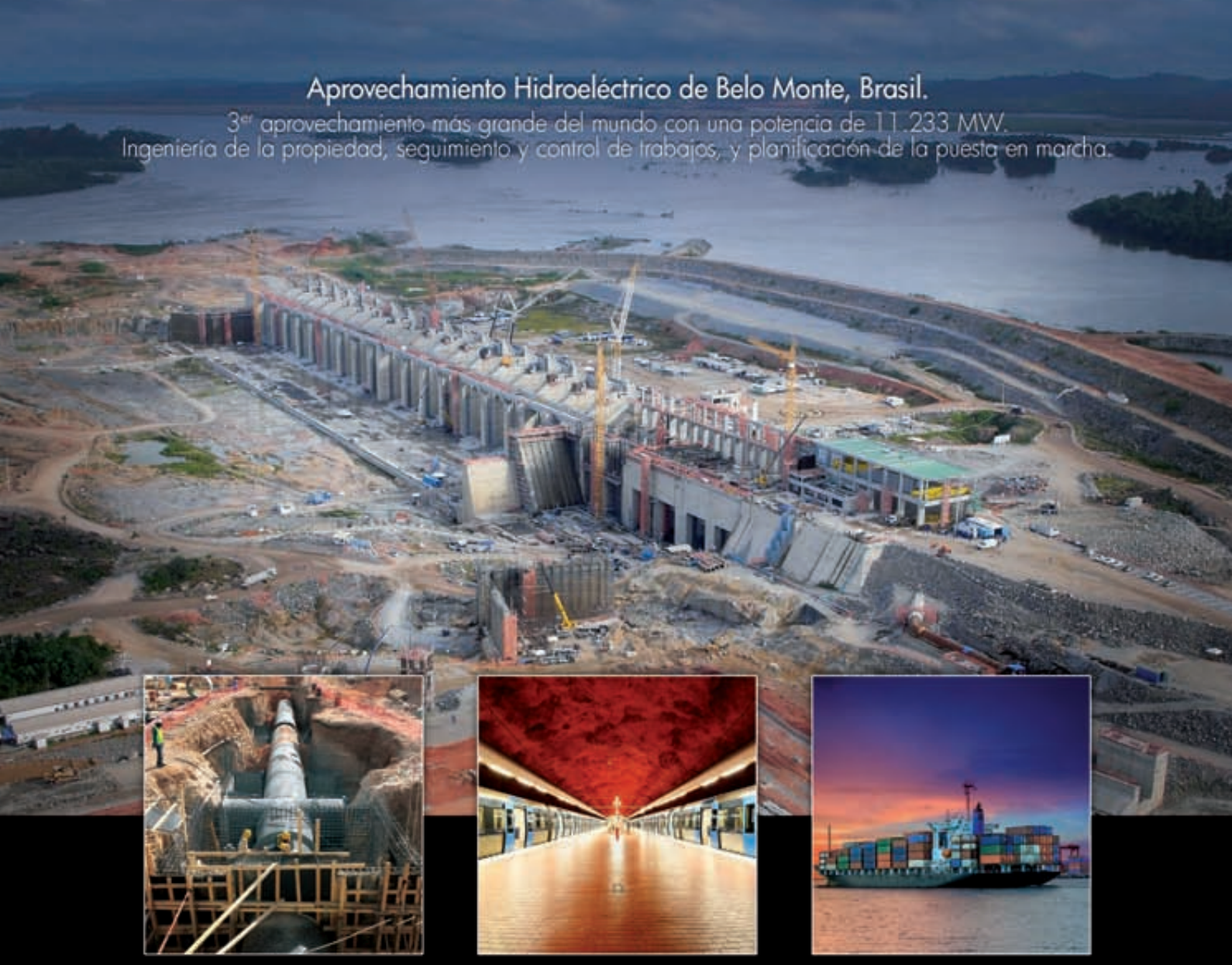
FCC

♦ Arriba, edificio Banpro, en Nicaragua. Debajo, Centro de Justicia de Santiago.

la Universidad de Brno o el complejo educativo FEKT VUT, también en esta última ciudad. Pertenecientes a esta misma tipología podemos citar algunos proyectos de los últimos años del grupo ACS en EE. UU., como son el centro académico de arte Lewis Center de la Universidad de Princeton, el instituto Concord Carlisle en Massachusetts o la facultad de Veterinaria de la Universidad de Georgia. También en el continente americano, esta vez debido a Corsán, cabe reseñar la restauración y puesta en valor de la histórica aduana Taylor de Buenos Aires para convertirla en el museo de la Casa Rosada, un centro cultural de primer orden de la capital argentina. Al otro lado del Atlántico, proyecto singular es también el realizado por Sacyr en Luanda (Angola), donde en 2011 construyó la biblioteca del campus Agostinho Neto de la universidad de esa ciudad africana.

Para terminar, no pueden dejar de mencionarse las dotaciones de tipo deportivo. Entre las muchas realizadas en los últimos años por empresas españolas, podríamos destacar el estadio de Lublin (Polonia), obra debida a Ferrovial, con un presupuesto de 110 millones de zlotys (unos 26,4 M€). El estadio, sobre una parcela ocupada en su día por una antigua fábrica de azúcar y en un área reconvertida ahora en zonas verdes y de esparcimiento, tiene capacidad para 15.500 espectadores y cuenta con vestuarios, salones VIP, sala de prensa, gimnasio, restaurante, área de retransmisiones y una zona comercial, además de un aparcamiento para 1.000 coches y 20 autobuses. Las condiciones del terreno, junto al río Bystrzyca, obligaron a utilizar pilotes de hormigón reforzado. Con todo, lo más destacado es su fachada, formando bandas acanaladas realizadas con paneles metálicos, y que, bajo una iluminación de distintos colores, presenta un aspecto impactante. Debe señalarse que el proyecto arquitectónico corrió a cargo del estudio español Lamela, que se ha encargado no solo del estadio sino del diseño urbanístico de toda la zona, en la que está previsto construir dos campos de fútbol de entrenamiento, una pista de atletismo y un parque a orillas del río. □

OHL



Aprovechamiento Hidroeléctrico de Belo Monte, Brasil.

3er aprovechamiento más grande del mundo con una potencia de 11.233 MW.
Ingeniería de la propiedad, seguimiento y control de trabajos, y planificación de la puesta en marcha.

Abastecimiento de agua a Riad

Master Plan, proyecto y supervisión de las obras del abastecimiento y de las reservas estratégicas de agua a la ciudad de Riad, Arabia Saudí

Metro de Estocolmo

Planificación y diseño de 11 km de nueva línea con un túnel en roca bajo el mar de Saltsjön

Puerto de San Antonio, Santiago de Chile

Ingeniería para el desarrollo de un puerto de gran escala con nueva dársena para terminal de contenedores

Líder español en exportación de servicios de consultoría en ingeniería civil y edificación

- Conocimiento, experiencia, capacidad técnica e independencia empresarial.
- 2.500 profesionales de la consultoría al servicio de la inversión en infraestructuras y equipamientos, tanto en España como en el mercado internacional.
- Desarrollo propio de tecnologías aplicadas y nuevos sistemas avanzados. Más de 30 proyectos de I+D+i en marcha.
- Exportación de ingeniería española a todos los continentes, contribuyendo al desarrollo sostenible y a la mejora de la calidad de vida de los ciudadanos.

TYPSA
INGENIEROS CONSULTORES Y ARQUITECTOS

Detrás de grandes obras siempre hay una gran ingeniería

www.typsa.com

Empresas españolas en el desarrollo de infraestructuras viarias en el mundo

Autopistas ‘made in Spain’

Dragados (ACS)

♦ Autopista interestatal I-595 en Miami (EE UU), con nuevos carriles de peaje electrónico en los extremos interiores del tronco central.

Javier R. Ventosa

La presencia española en el desarrollo de autopistas y carreteras se extiende de Estados Unidos a Australia, de Argelia a Vietnam y de Brasil a Polonia, abarcando los cinco continentes con una oferta de actuaciones muy variada. La exportación de la ingeniería de autopistas 'made in Spain' se ha consolidado durante la crisis y hoy es un componente relevante de la Marca España.

Las compañías que desarrollan infraestructuras de transporte viario son un notable exponente de la internacionalización de la empresa española. Presentes en varios países desde hace más de dos décadas, el estallido de la crisis aceleró su salida al exterior en búsqueda de mercados y hoy tienen la mayor parte de su cartera de proyectos fuera de España. En este periplo exterior, grandes constructoras y concesionarias, que lideran los *rankings* mundiales del sector, están acompañadas por empresas medias, consultoras, ingenierías y compañías especializadas. Su portfolio de actuaciones es muy variado: concesiones, proyectos y construcción de autopistas y carreteras, ejecución de

FCC

obras subterráneas y estructuras singulares, rehabilitaciones, supervisión de obras, equipamiento con sistemas ITS, trabajos de mantenimiento, etc.

Su presencia es hoy global. Operan en los cinco continentes, en países desarrollados y emergentes con fuertes inversiones en carreteras: Europa y América son los principales mercados, con interés creciente por Asia-Pacífico. Actúan bien a través de la matriz o de filiales, habitualmente en consorcios, y cada vez más con esquemas de colaboración público-privada (CPP). Su facturación exterior es cada vez mayor: solo en 2014, las seis grandes del sector (ACS, OHL, Ferrovial, FCC, Acciona y Sacyr) obtuvieron contratos de construcción y concesión de autopistas fuera de España por más de 11.000 M€.

A continuación se resumen los principales proyectos de las empresas españolas:

FCC

♦ Arriba, viaducto de Corgo, principal estructura de la autopista Transmontana en Portugal. Debajo, enlace de Amendoeira de la misma autopista.

> EUROPA

Portugal es un destino prioritario para las empresas españolas, que realizan allí obras de carreteras desde el pasado siglo. Cintra (Ferrovial), Iridium (ACS) y Globalvia (FCC y Bankia) desarrollan y explotan hoy siete concesiones que suman 1.100 km (Rotas do Algarve, Baixo Alentejo, Norte Litoral, Beira Interior, Euroscut Algarve, Euroscut Azores y Transmontana –acabada en 2013–), algunas básicas para conectar con España. Como hitos de ingeniería destacan la autopista Euroscut Azores, obra de Ferrovial en una orografía volcánica, y el viaducto Corgo, el peninsular más alto (206 m), de FCC.

Las Islas Británicas son otro mercado clásico. En Irlanda, casi todas las grandes constructoras han contribuido al desarrollo de la red vial de la isla. Tres concesionarias, Cintra, Globalvia e Iridium, explotan hoy 200 km de seis autopistas realizadas por sus constructoras asociadas (M3, M4, M6, M7-M8, N25 y el anillo de Dublín), y ACS sostiene el impulso constructor con dos tramos de autopista (42 km) en 2015. En el Ulster, Ferrovial construyó y gestiona en consorcio el proyecto DFOB2, el mayor contrato viario CPP de la provincia, propiciando el enlace Dublín-Belfast. Ahora duplica un tramo de la autopista Belfast-Larne. En Inglaterra y Escocia, la Marca España también es visible. Abertis participa en dos concesiones de autopistas (74 km) y gestiona el peaje de un importante acceso a Londres; ACS y FCC construyen los dos mayores puentes atirantados del Reino Unido; y Ferrovial completa la red de autopistas de Escocia central entre Edimburgo y Glasgow. Su filial Amey tiene contratos de mantenimiento

Dragados (ACS)

del 30% de la red de autopistas de Inglaterra y del 60% de la de Escocia.

La presencia española en Europa central es menor, pero tiene sus hitos. En Francia, Abertis gestiona el 22% de las vías de peaje, con más de 1.750 km de 10 autopistas. En Italia, Sacyr desarrolla en consorcio una concesión (autopista Pedemontana Veneta, 94 km, inversión de 2.000 M€) y ultima un difícil tramo de la Salerno-Reggio Calabria por 1.000 M€. En Alemania, ACS, mediante filial, amplía 140 km de las autopistas A8 en Baviera y A7 en Hamburgo, ejecuta puentes y túneles, y extiende sus obras a Austria, donde una filial de FCC firmó túneles alpinos notables. Ya en Holanda, ACS amplía y explotará un tramo de 20 km de la autopista A1 Ámsterdam-Almere (1.000 M€). En Escandinavia, la filial de ACS hizo dos tramos subterráneos del anillo Norra Länken de Estocolmo (Suecia), abierto en 2014, y moderniza la principal autopista de Noruega; al norte de este país, Obras Subterráneas construye el túnel de Sorkjoss (4,5 km).

♦ Enlace de la circunvalación de Lublin, en el tramo Lublin-Piaski de la autovía S17, en Polonia. Debajo, construcción del puente de Zezelj en Novi Sad.

// El este de Europa, sobre todo Polonia y Rumanía, acapara parte de las actuaciones de las empresas españolas en carreteras //

En el este de Europa, la Marca España tiene un gran mercado en los nuevos países de la UE, receptores de ayudas para desarrollar los corredores paneuropeos. Polonia es el gran destino. Las constructoras hispanas modernizan desde hace años su red vial: Ferrovial, ACS, FCC, Acciona, OHL y Sando, mediante filiales, han construido más de 350 km de autopistas (A1, A2, A4) y autovías (S3, S5, S7, S8, S17, S19), y ejecutan otro centenar de kilómetros más; entre sus obras figuran anillos (Wroclaw, Wolin, Ostroda), una decena de puentes singulares (Siekierkowski, Kwidzyn) y un túnel bajo el Vístula en Gdansk. Esta presencia se extiende a Rumania: FCC ha construido aquí un centenar de kilómetros de autopistas y viaductos notables (Vidin-Calafat y Basarab), y Aldesa, Corsán y Copisa ejecutan tramos de autopista. Otras referencias aparecen en República Checa (tramos de los anillos de circunvalación de Praga y Brno, de FCC y OHL), Eslovaquia (tramos de OHL y Corsán), Serbia (tres tramos y puente Zezelj, de Azvi), Macedonia (túnel urbano en Skopje, de Idom), Eslovenia, Moldavia y Armenia. En Grecia, Ferrovial y ACS siguen presentes en dos concesiones de autopistas, cuya construcción cesó en 2013.

AZVI

> ÁFRICA

Este continente, donde los Gobiernos multiplican las obras viales para superar un atraso secular, no es un mercado muy explorado por la Marca España. Las principales referencias están en el norte: en Argelia, OHL completó en 2012 el tramo central del anillo de Argel (65 km), proyectado por Typsa, y cuatro empresas desarrollan el equipamiento ITS de la autopista Este-Oeste (1.216 km), que cruzará el país entre Túnez y Marruecos: Indra y Sice suministran e instalan los equipos en casi 800 km, y Sener e Idom dirigen la obra de instalación; además, Ayesa proyecta una autopista de 36 km que enlazará con este eje. En Egipto, Acciona Ingeniería proyectó la ampliación del anillo de El Cairo y ha diseñado y supervisa la ampliación de la autopista El Cairo-Alejandría; asimismo, el tándem Getinsa-Paymacotas finalizó en 2014 un estudio para construir dos túneles bajo el Canal de Suez y Sener realiza ahora el diseño conceptual básico y detallado de la obra civil. En Marruecos, Copisa amplió un tramo de la autopista Casablanca-Rabat (A3) y desdobla otro de la autovía Taza-Alhucemas.

En el resto de África hay actuaciones puntuales. En obra civil, Acciona ha construido carreteras en Gabón, el Grupo Puentes tiene proyectos de conservación y construcción en Namibia, y Elsamex realiza una carretera en Etiopía y otra en Botswana. Isolux Corsán construye el mayor puente de Gambia (942 m) sobre un caudaloso río hasta ahora cruzado mediante *ferry*, primer enlace entre las zonas norte y sur del país que mejorará la conexión con Senegal. En ingeniería hay referencias de Egis Eyser, Sener, Pedelta (Guinea Ecuatorial), Typsa (Kenia, Senegal, Zambia, Madagascar y Botswana) y Getinsa (Angola y Sierra Leona).

> AMÉRICA DEL NORTE

Es el mercado de la gran expansión de empresas españolas en la última década, con presencia en proyectos de gran relevancia, frecuentemente mediante la fórmula CPP.

En Canadá operan desde finales del siglo XX mediante dos concesiones, entre ellas la rentable autopista 407 ETR en el Gran Toronto (108 km, 3.530 M€ de inversión y 240.000 vehículos/día, gestionada por Ferrovial-Cintra), primera con peaje *free flow*. Hoy, tres grupos (ACS, Acciona y Ferrovial) desarrollan otras seis concesiones en Ontario, Quebec, Alberta y Columbia Británica, con 200 km, la mayoría anillos de grandes

♦ Arriba, enlace en cuatro niveles de la autopista ETR 407 (108 km), en Toronto (Canadá). Debajo, vista del tramo Zeralda-Boudouaou de la segunda circunvalación de Argel (Argelia), en servicio desde 2011.

Ferrovial

OHL

urbes. Por su volumen de inversión gestionada destaca la Nouvelle Autoroute, en Quebec (1.770 M€), explotada por ACS y Acciona. Desde enero, Ferrovial amplía 22 km de la 407 ETR, que ya extendió en una primera fase. Como obra singular, ACS construirá el puente St-Lawrence (3,4 km, 1.850 M€) en Montreal, que relevará al de mayor tráfico del país.

Desde hace 10 años, EE UU es destino estratégico de las constructoras, que junto a socios locales modernizan la veterana red vial del país, optando a los principales proyectos. Su cartera abarca desde las millonarias ampliaciones de autopistas mediante carriles de peaje electrónico (*managed lanes*) hasta la construcción o rehabilitación de autopistas, enlaces y puentes en una docena de Estados. En el ámbito concesional, Cintra-Ferrovial desarrolla seis concesiones, cuatro de ellas de *managed lanes* (más de 100 km –21 en servicio y el resto en obras– de las autopistas LBJ y North Tarrant Express en Texas, e I-77 en Carolina del Norte, con inversión global de 4.600 M€), y explota dos autopistas en Texas (SH-130) e Illinois (Chicago Skyway); ACS gestiona tres, una operativa desde 2014 (17 km de la I-595 en Florida) y dos en obras (16,5 km de la SH-288 en Texas y 26 km del Portsmouth Bypass en Ohio), con inversión conjunta de 2.800 M€; e Isolux Corsán amplía, con proyecto de Typsa, un tramo de la I-69 en Indiana (240 M€). En construcción, ACS realiza obras en una decena de Estados, entre ellas el mayor túnel urbano del país en Seattle y un gran puente atirantado en Corpus Christi (840 M€). En Florida, OHL ejecuta 25 km de carriles express en la I-75 y el mayor intercambiador de Miami. En ese Estado, FCC ha realizado este tipo de carriles en la I-95 de Miami, y en el puerto de Los Ángeles construye el puente Gerald Desmond.

// Canadá, Estados Unidos y México se han convertido en mercados estratégicos para las empresas españolas //

México es otra prioridad para la Marca España, muy activa en los planes de infraestructuras del país. Sus empresas gestionan hoy 16 concesiones de autopistas de peaje, con más de 1.200 km, y construyen vías en varios Estados. OHL llegó de las primeras, en 1998, y ya es uno de los mayores operadores de infraestructuras. Hoy desarrolla siete concesiones, con 414 km e inversión superior a 5.600 M€. Cuatro de ellas –Supervía Poetas (7 km), Autopista Urbana Norte (7 km), Circuito Exterior Mexiquense (110 km y 1.386 M€ de inversión) y Viaducto Bicentenario (32 km, 689 M€)–, ya en operación, alivian la congestionada zona metropolitana de México DF. Otras concesionarias (Cointer, Aldesa, Isolux y Globalvia) gestionan nueve proyectos, con más de 800 km, en Chiapas, Michoacán, Nuevo León, Morelos, Veracruz y Puebla; y más de media docena de constructoras (entre ellas Acciona, Isolux, Assignia, Azvi, Comsa y Rubau), además de consultoras e ingenierías como Typsa, desarrollan otros contratos. Como hitos de ingeniería figuran, además de las autopistas urbanas, la autopista Nuevo Necaxa-Tihuatlán, de FCC; y dos tramos de la supercarretera Durango-Mazatlán, con 60 túneles y puentes, de Aldesa y FCC.

Ferrovial

OHL

♦ Arriba, estructuras de la autopista North Tarrant Express, en el eje Dallas-Forth Worth, en Texas (EE UU). Debajo, autopista Urbana Norte, que discurre en viaducto al oeste de México DF. Se construyó en horario nocturno para reducir las afecciones al tráfico.

FCC

♦ Tramo de la autopista del Sol (San José-Caldera), de 77 km, que une el valle Central con la costa pacífica de Costa Rica.

> CENTROAMÉRICA Y AMÉRICA DEL SUR

La presencia española en esta regiones es antigua y variada en actuaciones. Las constructoras configuran desde finales del siglo XX la red chilena y ahora apuestan por los millonarios planes de carreteras de Colombia y Brasil. Muchas empresas medias cruzan el charco para realizar labores más modestas de modernización de una extensa red viaria en estado precario.

En Centroamérica, FCC realiza desde hace años trabajos de rehabilitación, ampliación y construcción en los seis países del istmo. Sus principales referencias son la autopista del Sol (San José-Caldera), en Costa Rica, construida junto a Sacyr y explotada por Globalvia, y varias ampliaciones de la carretera Interamericana. En el Caribe, Abertis explota tres concesiones (dos autopistas y un puente) en Puerto Rico, y Ferrovial, que ejecutó los primeros túneles de la isla, ultima una circunvalación de la autopista PR-9.

Ya en Sudamérica, Colombia es la apuesta más actual. Todas las grandes empresas españolas participan aquí en la mayor iniciativa CPP continental, la cuarta generación de concesiones viales (4G), lanzada en 2014 para modernizar la red nacional. Este plan destinará más de 20.000 M€ para transformar 8.000 km mediante nuevas autopistas, ampliaciones y rehabilitaciones a través de 46 concesiones que se licitan en oleadas. En la primera oleada, en 2014, la Marca España obtuvo cuatro de 10 concesiones: Iridium participa en consorcio en dos, Mulaló-Loboguerrero (31 km) y Conexión Pacífico 1 (49 km); OHL construye la autopista Río Magdalena 2 (144 km), y Grupo Ortiz opera en el consorcio de la Conexión Norte (145 km). La inversión en las cuatro supera los 2.700 M€. En la segunda, con nueve concesiones, hasta julio sumaba tres más, con inversión de 1.000 M€: Sacyr participa en consorcio en dos, Puerta de Hierro-Palmar de Varela (195 km) y Autopista al Mar 1 (176 km); y Grupo Ortiz en otra, Sisga-El Secreto (137 km). Otra decena de constructoras ha colaborado desde 2012 en el programa Corredores para la Prosperidad, que integra zonas aisladas en la red estatal, y en el mantenimiento de la red. Y en Barranquilla, Sacyr construye el puente Pumarejo (2,2 km), mayor obra de ingeniería del país. Además, Pedelta ha diseñado otra docena de viaductos. Y respecto a implementación de soluciones ITS, Etra ha participado en varios tramos de la Ruta del Sol.

Chile es un destino histórico. En este país, las empresas españolas desarrollan desde hace dos décadas la red estatal de autopistas, y siguen activas en el ne-

Hitos americanos del siglo XXI

La ingeniería española de este siglo exhibe su potencial en varias obras viales en Latinoamérica, como reflejan estos ejemplos:

Altitud. *Las constructoras reeditan gestas de otros tiempos en altitudes elevadas. En Bolivia, Corsán construyó el tramo II de la autovía Oruro-La Paz en el altiplano, a 4.100 m sobre el nivel del mar. En Guatemala, FCC rehabilitó 67 km de la Ruta Nacional 12, la carretera más alta de Centroamérica, a 3.500 m de altitud.*

Anchura. *El túnel Manquehue I, en la autopista Nororiente (Santiago), tiene el ancho circular de boca mayor del mundo (23 m). Proyectado de Geocontrol, es obra de Sacyr.*

Patrimonio. *El factor histórico-cultural condiciona varias obras. En Arequipa (Perú), el puente de Chilina (obra de Isolux y diseño de Arenas Asociados), de 562 m, cruza un valle que es Patrimonio de la Humanidad, por lo que la Unesco ha supervisado la obra. En Lima, Aldesa construye un túnel bajo el cerro Puruchuco, que alberga un rico yacimiento inca. Para no causar daños se realiza de manera tradicional, sin explosivos.*

Sobre el agua*. No baten récords, pero algunos puentes con firma española son hitos territoriales. Entre ellos figuran estos tres: puente Cau Cau, en Valdivia (Chile), primer basculante del país, de Azvi; puente Treng-Treng y Kay Kay sobre el río Cautín, en Temuco (Chile), primer atirantado urbano del país y símbolo de la Araucania, diseño de Apia XXI y obra de Assignia; y puente Chiche, de 201 m de luz sobre un cañón de 150 m, que da acceso al aeropuerto de Quito (Ecuador), construido por el Grupo Puentes.*

Abertis

OHL

gocio concesional. Casi el 80% de las autopistas urbanas de Santiago (Central, Vespucio Sur y Norte, Acceso Nororiente y Túnel San Cristóbal, con 150 km) es obra de Dragados, Sacyr y Acciona, que luego traspasaron las concesiones –una de ellas a Abertis–, y hoy el consorcio OHL-Sacyr construye la séptima autopista urbana, Vespucio Oriente (9 km, 710 M€). En el resto del país, Abertis, Globalvia, Iridium y Sacyr Concesiones explotan más de 1.300 km de nueve autopistas de peaje –obra de OHL, Dragados y Sacyr, la mayoría duplicaciones de la Panamericana, eje norte-sur del país–. Además, Sacyr, en Chile desde 1996, duplica otros 450 km de cuatro autopistas en concesión (Accesos a Iquique, La Serena-Vallenar, La Serena-Ovalle y Concepción-Cabrero, con 130 km ya en servicio). En Concepción, OHL gestiona una concesión que incluye un nuevo puente de 2,5 km sobre el Bio Bio.

♦ Puesto de peaje de la autopista del Sol (Santiago de Chile-San Antonio, 133 km), a la salida de la capital. Debajo, pérgola en la autopista del Norte (Pativilca-Trujillo), tramo desdoblado de la Carretera Panamericana junto a la costa de Perú.

En Brasil, con un importante programa de carreteras, desde hace unos años compañías españolas modernizan y explotan en concesión más de 3.000 km de autopistas en cinco Estados. Abertis es la mayor operadora de autopistas del país, con 2.246 km repartidos en nueve concesiones de autopistas federales y estatales (adquiridas a OHL en 2012), la mayoría en Sao Paulo. Isolux Corsán, por su parte, mejora y explota 680 km de dos autopistas en Bahía, y Acciona desarrolla otra concesión de 200 km en Río de Janeiro. En obra civil, ambas constructoras y la gallega Copasa, con ingeniería de apoyo a la coordinación de Ineco, construyen cuatro de los seis tramos (39 km, 1.000 M€) que cerrarán el anillo de Sao Paulo (177 km). Además, Ferrovial y Corsán duplican 200 km de dos autopistas, y Obras Subterráneas y Assignia desarrollan otros contratos.

En otros países la presencia es menos acusada. En Argentina, Abertis participa en dos autopistas de acceso a Buenos Aires (175 km), la filial de ACS duplica rutas nacionales y realiza obras viales en la capital, y Corsán pavimenta varias rutas. En Perú, OHL gestiona la concesión de la autopista Pativilca-Trujillo (356 km), duplicación de la Panamericana, con 75 km ya operativos; y Sacyr rehabilita el tramo II (875 km) de la Longitudinal de la Sierra, en la que OHL renueva otro tramo (76 km). En Bolivia, Corsán realizó el mayor tramo (77 km) de la autovía Oruro-La Paz, primera duplicación en el país, y otras ejecutan y/o pavimentan vías. En Ecuador hay expectativas con el plan de autopistas concesionadas, derivado del Plan Estratégico de Movilidad, de Ineco; además, el Grupo Puentes ejecuta varias estructuras. A escala regional, la presencia aflora en los proyectos de integración Atlántico-Pacífico: túnel de Agua Negra entre Argentina y Chile (optan ACS, FCC, OHL, Acciona) y corredor bioceánico Argentina-Chile (tramos de ACS); corredor interoceánico Brasil-Perú (túneles de Obras Subterráneas) y corredor Brasil-Bolivia-Chile (que integra la Oruro-La Paz).

OHL

♦ Construcción de viaducto urbano en la avenida Jamal Abdul Nasser en Kuwait City (Kuwait). Debajo, puesto de peaje en la autopista NH1 Panipat-Jalandahar, en el Estado de Haryana (India).

Isolux-Corsán

> ASIA

La Marca España, hasta ahora ausente de este mercado, ha llegado a la región al calor de ambiciosos planes de modernización viaria, sobre todo en el golfo Pérsico e India.

En el golfo Pérsico, meca de las infraestructuras de transporte, empresas hispanas desarrollan contratos y concursan en varios países. En Omán, el sultanato más extenso y con más inversiones viales, Isolux Corsán y una filial de ACS duplican a cuatro carriles 130 km de la autopista Bidbid-Sur (247 km), y Ferrovial construye uno de los seis tramos de la autopista Batinah (265 km), de ocho carriles. Además, Euroconsult diseña un tramo de 36 km de otra autopista. En Qatar, ACS ejecuta, por 684 M€, un tramo de 56 km de la autopista New Orbital, estratégica ruta norte-sur de 12 carriles, dos separados para camiones. En Kuwait, OHL integra el consorcio que desde 2012 desarrolla el proyecto Abdul Jabar Nasser, autopista elevada de 11 km que discurrirá en viaducto sobre una avenida capitalina. Otros proyectos de mejora de vías para aliviar la congestión urbana son realizados en Riad (Arabia Saudí) por Ferrovial, Ayesa e Idom.

En India, la Marca España se hace hueco en el plan de autopistas concesionadas, destinado a mejorar las conexiones interurbanas. Isolux Corsán, presente en el país desde 2009, se ha posicionado como el principal concesionario de autopistas y uno de los mayores inversores extranjeros: tiene adjudicadas obras en 4 tramos de carreteras de casi 400 km por un total de 270 M€ y hoy gestiona concesiones de ampliación de cuatro autopistas (NH-1, NH-2, NH-6 y NH-8) en cinco Estados que suman 710 km, parte en explotación y

Sistemas ITS de exportación

En cien países. *La industria de gestión del tráfico también tiene un peso relevante en la oferta del sector. Operadoras de autopistas de un centenar de países explotan hoy sistemas inteligentes de tráfico (ITS) españoles, en un abanico tecnológico que incluye equipos de gestión y control de tráfico en autopistas o túneles (centros de control, estaciones de datos y meteorológicas, tecnología de detección de incidentes, videovigilancia, paneles de mensajería variable, comunicaciones, etc.), sistemas de peaje y gestión del transporte público, entre otros, destinados a mejorar la movilidad y la seguridad. Se trata de desarrollos propios con un fuerte componente de I+D+i.*

Dos grandes. *Por su volumen de exportaciones, en el sector destacan Indra y Sice (ACS). La multinacional tecnológica ha implantado soluciones ITS en más de 50 países, y hoy controla carriles y estaciones de peaje en autopistas de 15 países de Latinoamérica (Chile y México), EE UU (peaje* free flow *en las autopistas de Ferrovial), Canadá, India y Europa. La segunda, presente en más de 30 países, ha desarrollado proyectos en Latinoamérica, EE UU, Europa, Oriente Próximo y Oceanía.*

SICE

♦ Playa de Peaje Atlacomulco-Maratavio (México).

Oferta variada. *Otras empresas que exportan sus desarrollos de sistemas de peaje son Tecsidel –presente en 15 países–, Telvent (Schneider Eléctrica) –con contratos en EE UU, Brasil, Australia y Arabia Saudí–, GMV, Ikusi, Etra (ACS), FCC Industrial y Quercus. Sanef ITS, filial de tecnología de peajes de Abertis, está presente en seis países. En gestión de túneles despuntan las actuaciones de Tekia Ingenieros y de ADM y Acisa (ambas del grupo Aldesa) en Latinoamérica. En señalización variable, Lacroix Traffic, Grupo Postigo y Fixalia Electronic Solutions sirven paneles y pantallas led a varios países. En gestión de tráfico, Worldsensing y TSS Transporte exportan soluciones tecnológicas a autopistas de EE UU y Francia.*

Getinsa

parte en obras, con una inversión superior a 2.000 M€. Otra referencia es Grupo Sanjosé, que construye y explotará un tramo del anillo de Jaipur (47 km) en Rajastán y también diseñará y rehabilitará un tramo de 133 km de la autopista NH-232 en Uttar Pradesh por 70 M$. En consultoría operan Eptisa, Ayesa y Euroestudios, supervisora de obras de una autopista que incluye el túnel de Patnitop (9,6 km), el mayor del país. Además, sistemas de gestión vial y peajes de Indra operan en cinco autopistas de cuatro estados.

En el resto de la región hay actuaciones puntuales de obra civil. En 2014, filiales de ACS se adjudicaron un tramo elevado de 5,6 km de la autopista Luzón Norte en Metro Manila (Filipinas) y túneles de un *bypass* en Hong Kong; OHL ganó sus primeros contratos en Vietnam (tramo de 13 km de autovía y puente de 540 m); Obras Subterráneas finalizó dos túneles (4,5 km) en Taiwán, y Corsán ultima una importante autovía en Uzbekistán. En consultoría, Getinsa marcó un hito con la dirección de obra de la autopista Noi Bai-Lao Cai (244 km), la mayor de Vietnam, abierta hace un año.

♦ Arriba, tramo de la autopista Noi Bai-Lao Cai junto al río Rojo, en Vietnam. Debajo, túnel urbano de Legacy Way, al oeste de Brisbane (Australia), en servicio desde junio.

Acciona

> OCEANÍA

La reciente presencia española está protagonizada por grandes constructoras que operan en los estados orientales de Australia, sobre todo en los planes para descongestionar las grandes urbes. En Brisbane firman dos grandes proyectos subterráneos, con inversión de 2.000 M€: los túneles urbanos AirportLink (6,7 km), abierto en 2012, de ACS (filial); y Legacy Way, doble tubo de 4,6 km abierto en junio, de Acciona. En Sídney, la filial de ACS se ha hecho con dos contratos de WestConnex, el mayor programa de vías urbanas del país: construirá un tramo de 7 km de la autopista M4 East (incluido un túnel de 5,5 km) y amplía otros 7,5 km, por casi 2.000 M€. Y en Melbourne, la misma filial ampliará la autopista de peaje urbana City Link, enlace con otras dos autopistas. Las demás referencias se reparten en obras en Adelaida (nueva vía de acceso rápido a la ciudad, de ACS, 630 M€) y Perth, así como en la ampliación de tres autopistas orientales: Pacific Highway (OHL y un consorcio Acciona-Ferrovial duplican 50 km por 900 M€), Mitchell Freeway (ACS prolonga 6 km) y Bruce (Acciona remodela un enlace). Ferrovial y ACS, además, optan a la variante de Toowoomba (41 km) por 1.100 M€.

En Nueva Zelanda hay algunas obras *made in Spain*. En Auckland, dos empresas desarrollan el cierre del anillo oeste de la capital, principal infraestructura del país: una filial de ACS amplía un tramo y Sice equipará el túnel de Waterview. Y al norte de Wellington, la misma filial construye la autopista Transmission Gully (27 km, 560 M€). En Timor Oriental San José acaba de adjudicarse la rehabilitación y mantenimiento de un tramo de carretera de casi 30 km. □

TRAFIC

SALÓN INTERNACIONAL DE LA MOVILIDAD SEGURA Y SOSTENIBLE

29 SEPTIEMBRE A 2 OCTUBRE 2015
MADRID-ESPAÑA

CONECTIVIDAD

TRAFIC 2015

SOSTENIBILIDAD

SEGURIDAD

APARCAMIENTO

INFRAESTRUCTURAS

TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN PARA UNA MOVILIDAD SEGURA, SOSTENIBLE Y CONECTADA

PROMUEVEN

MINISTERIO DE FOMENTO

MINISTERIO DE INTERIOR

MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y TURISMO

COLABORAN

EUSKO JAURLARITZA GOBIERNO VASCO

servei català de Trànsit

www.trafic.ifema.es

LINEA IFEMA

LLAMADAS DESDE ESPAÑA
INFOIFEMA 902 22 15 15
LLAMADAS INTERNACIONALES (34) 91 722 30 00

trafic@ifema.es

SICE está presente en más de 30 países

**Asesoramiento y Consultoría • Diseño e Ingeniería •
Logística Suministro e Instalación • Pruebas y Puesta en marcha •
Mantenimiento y Conservación • Explotación y Operación**

SICE

SISTEMAS INTELIGENTES DE TRÁFICO Y TRANSPORTE

SISTEMAS DE PEAJE ETC / Free Flow

GESTIÓN INTEGRAL DE TÚNELES

Sociedad Ibérica de Construcciones Eléctricas, S.A. (SICE) • Sepúlveda, 6. 28108 Alcobendas (MADRID) • Tel.: (+34) 91 623 2200 / Fax: (+34) 91 623 2201
www.sice.com • sice@sice.com

Revista del Ministerio de
Fomento

TARJETA DE SUSCRIPCIÓN

NOMBRE Y APELLIDOS/EMPRESA ..... N.I.F. .....

DOMICILIO ..... Nº .....

LOCALIDAD ..... PROVINCIA ..... C. P. .....

PAÍS ..... TELÉFONO ..... CORREO ELECTRÓNICO .....

MODALIDAD DE SUSCRIPCIÓN	ESPAÑA	EXTRANJERO
☐ 1 año (11 números)	**25 €**	**35 €**
☐ 2 años (22 números)	**40 €**	**50 €**

Envíenme gratis la el nº extraordinario *"Alta velocidad en España 1992-2011"* que regalan por una suscripción de dos años*
**(Hasta agotar existencias)*

FORMA DE PAGO ☐ **Envío cheque adjunto** ☐ **Envío giro postal nº** ..... ☐ **Domiciliación bancaria** (sólo suscriptores)

De conformidad con lo establecido en la Ley Orgánica 15/1999 de 13 de diciembre de Protección de Datos de Carácter Personal, usted tiene derecho al acceso, cancelación, rectificación y oposición de los datos facilitados mediante solicitud por escrito a : Centro de Publicaciones del Ministerio de Fomento. Paseo de la Castellana, 67. 28071 Madrid. E-mail: cpublic@fomento.es

Enviar a: **Revista del Ministerio de Fomento**
Pº de la Castellana, 67. 28071 Madrid. **Información y suscripciones: 91 597 64 49.** **Correo electrónico: cpublic@fomento.es**

DOMICILIACIÓN BANCARIA

Entidad bancaria .....

Domicilio entidad ..... Nº .....

C.P. ..... Localidad ..... Provincia .....

Muy Sres. míos:
Ruego que, con cargo a mi cuenta y hasta nuevo aviso, atiendan el pago de los recibos correspondientes a mi suscripción que les presentará al cobro la Revista del Ministerio de Fomento, editada por el Centro de Publicaciones del Ministerio de Fomento.

Les saluda atentamente
(firma)

CÓDIGO IBAN CUENTA CLIENTE

E | S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

....., de ..... de 201

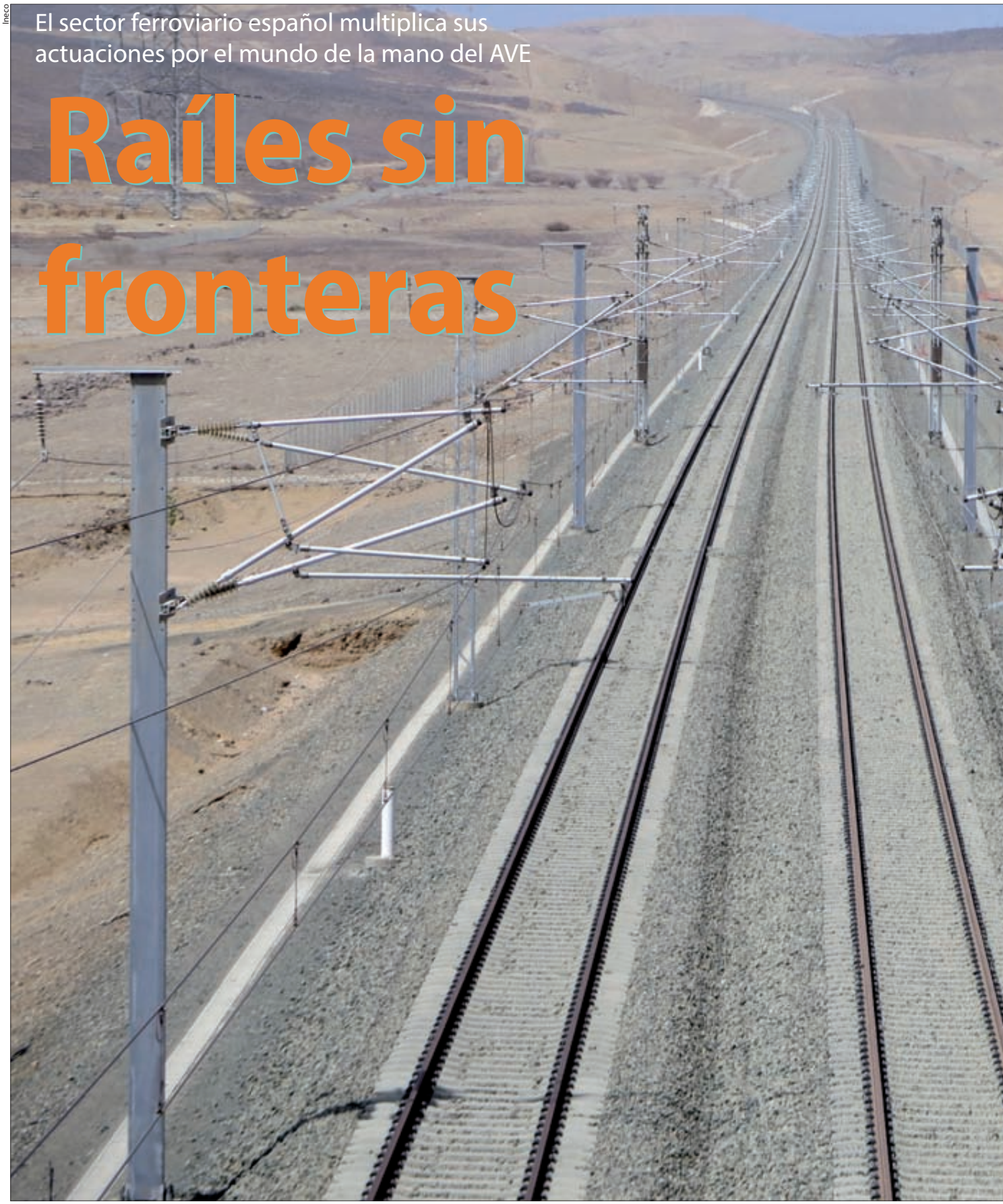
EL TITULAR, Fdo. .....

Enviar a: **Revista del Ministerio de Fomento. Pº de la Castellana, 67. 28071 Madrid.**

Ineco

El sector ferroviario español multiplica sus actuaciones por el mundo de la mano del AVE

Raíles sin fronteras



Tramo acabado del área 4 de la línea La Meca-Medina, cuya superestructura es obra de un consorcio español.

Javier R. Ventosa

La industria ferroviaria española se ha posicionado en los últimos años como un referente en el mercado global del ferrocarril de alta velocidad y convencional, sobre todo gracias al AVE. Constructoras, ingenierías, fabricantes de trenes y de material de vía, empresas de señalización y de mantenimiento forman el núcleo de la proyección internacional del sector, que exporta a los cinco continentes.

El sector ferroviario español ha dado un gran salto al exterior en busca de mercados, obligado por la débil demanda interna, y hoy sus compañías desarrollan actuaciones de obra civil, soluciones tecnológicas y servicios en más de 90 países. Sus cifras de exportación se han duplicado durante la crisis: las empresas agrupadas en la patronal Mafex (el 85% del sector) han pasado de 1.200 M€ exportados en 2008 a 2.800 M€ en 2014, pero esto es solo la punta del iceberg, ya que los contratos de las constructoras en el exterior pueden doblar esa cifra. La internacionalización se ha visto favorecida por la demanda mundial de productos ferroviarios, una tendencia en alza.

El AVE, gran embajador de la Marca España, ha proporcionado a las empresas un enorme capital tecnológico y gran experiencia, facilitando un proceso de internacionalización con el que han ganado visibilidad, prestigio y contratos. El sector está posicionado hoy como un referente mundial, tanto por la competitividad de su oferta, que comprende todos los ciclos del proyecto ferroviario (ingeniería, construcción, material rodante, equipamiento de vía, señalización, mantenimiento, etc.), como por sus desarrollos en España y en el exterior, entre ellos los proyectos en Arabia Saudí, Turquía y EE UU. Este posicionamiento, que incluye a empresas del Grupo Fomento, coloca a España en la élite de países que se reparte el mercado ferroviario de alta velocidad.

Los principales proyectos de alta velocidad y convencionales son los siguientes:

> EUROPA

El viejo continente es el destino natural del sector, exportador tradicional de trenes, material de vía y equipamiento, y que concentra el 50% de las ventas de sus pymes. Hoy, las principales actuaciones se enmarcan en el proyecto de la UE para crear un espacio ferroviario único basado en infraestructura integrada y equipos interoperables. Con objeto de propiciar la conexión entre las distintas redes nacionales, la Comisión Europea ha confiado a la consultora Ineco, del Grupo Fomento, el programa de integración estrella: la coordinación y supervisión del despliegue del sis-

OHL

tema de señalización ERTMS en los nueve corredores de la red básica TEN-T (más de 50.000 km), que incluye las principales líneas de alta velocidad y de mercancías. El proyecto debe completar la cobertura ERTMS (hoy solo en el 13% de la red) entre 2016 y 2030.

En ese marco comunitario, las constructoras contribuyen a configurar la red básica TEN-T en varios países. Algunas de las grandes obras subterráneas de esa red tienen sello español, como los túneles alpinos de San Gottardo (57 km), en Suiza, y Brenner (55 km), en Austria, que comunicarán Alemania e Italia, con tramos ejecutados y equipados por una filial de FCC. En Noruega, Acciona lidera el consorcio encargado desde marzo, por 1.000 M€, de la construcción de la línea Follo, que enlazará Oslo y Ski a 250 km/h con el mayor túnel bitubo del país (19 km). Otras obras subterráneas relevantes las ejecuta ACS en las líneas de alta velocidad de Alemania (túneles urbanos de Bad Canstatt y Rastatt y viaducto de Saale-Elster, de 8,5 km), Austria (tramo de 7,4 km del túnel de Semmering y túnel de Granitz, de 6 km) y Noruega. Una referencia previa son los túneles urbanos de Bolonia (6 km), de Acciona. Este año, la Marca España opta al mayor desafío de la ingeniería europea, el túnel sumergido de Fehrmanbelt, enlace vial y de alta velocidad entre Alemania y Dinamarca (18 km, 5.500 M€): OHL, FCC y ACS figuran entre los consorcios seleccionados para la obra civil y el consorcio Alstom Transporte-Indra para el equipamiento electromecánico. Las próximas oportunidades son High Speed Two (HS2), segunda línea de alta velocidad en el Reino Unido, a cuya primera fase de construcción (10.000 M€) optan consorcios con Ferrovial, ACS y FCC; y las futuras líneas de alta velocidad en Rusia, en cuyo desarrollo están interesadas empresas como Adif y Renfe.

♦ Arriba, la optimización del tramo Mosty u Jablunkova-Bystrice nad Olsí (Rep. Checa) ilustra las actuaciones de empresas españolas en el este de Europa. Debajo, montaje de traviesas monobloque en la sección Erstfeld del túnel alpino de San Gotardo (Suiza).

También las ingenierías juegan su papel. En el Reino Unido, Ineco participa en la primera fase del proyecto HS2, realizando en consorcio el diseño preliminar de uno de los tramos entre Londres y Birmingham (190 km); es la única ingeniería no inglesa en el proyecto. En Polonia, Idom desarrolló los estudios de viabilidad de la línea Varsovia-Poznan/Wroclaw (450 km) y Sener otros trabajos para extender los estándares de alta velocidad. Ambas participaron también en el proyecto del AVE luso, luego cancelado. Typsa, presente ya en Macedonia y Bulgaria en ferrocarril convencional, prepara también el estudio de viabilidad de la línea sueca de alta velocidad Jönköping-Malmö de 350 km.

En material rodante, el gran hito en alta velocidad ha sido el contrato ganado por CAF para suministrar ocho unidades del Oaris a un operador de Noruega, primera venta europea de un tren español en este segmento. Hasta ahora, las principales referencias eran los

AlpTransit Gotthard AG

CAF

equipos de propulsión fabricados por Siemens para el ICE-3 alemán en Cornellá (Barcelona) y por Bombardier España para el V300 Zefiro italiano en Trápaga (Bizkaia). En electrificación, Electrén (ACS) opera con éxito en el proyecto Suite Rapide de renovación de la red de alta velocidad francesa. En comunicaciones, la tecnología wifi de Hispasat equipa los trenes Thalys (Bélgica) e Italo (Italia). Y en arquitectura, hay estaciones de alta velocidad de Santiago Calatrava en Francia (Lyón), Bélgica (Lieja y Mons, en construcción) e Italia (Reggio Emilia). Además, la industria suministra componentes de vía y carril a varios proyectos de alta velocidad.

En el segmento convencional, las grandes actuaciones también responden al proyecto comunitario. El principal mercado son hoy los nuevos socios de la UE, embarcados en la construcción de los corredores de las redes TEN-T básica y global. Esto supone la renovación de la infraestructura ferroviaria en 20 países del este para adecuarla a los estándares UE (ancho UIC, electrificación, ERTMS, etc.). En ese proceso, más de una veintena de compañías españolas modernizan líneas en Polonia, Rumanía, Bulgaria, Lituania, Eslovenia, República Checa, Croacia y Macedonia. Por otro lado, en el Reino Unido, la filial de Ferrovial se ha posicionado como contratista de referencia de Network Rail (primer operador del país) al ganar sendos contratos por más de 700 M€ para renovar y electrificar la mayor parte de su red. También hay referencias arquitectónicas de estaciones en Lisboa, Basilea y Birmingham.

♦ Composición del Oaris cerca de Toledo, primer tren de alta velocidad exportado por España a un país europeo. Debajo, tren HT6 5000 de la línea de alta velocidad turca Ankara-Estambul.

CAF

> ASIA-PACÍFICO

La industria española ha puesto el foco en este mercado emergente, con proyectos de alta velocidad (Arabia y Turquía) y oportunidades de expansión en India y otros países.

Turquía ha sido el primer gran destino asiático del sector español, activo desde hace una década en el proyecto Hizli Tren, que prevé una red de 10.000 km de alta velocidad. Sus empresas han sido protagonistas en las dos primeras líneas: en la Ankara-Estambul (533 km), OHL construyó un tramo de 206 km, Ineco supervisó otro de 150 km, los trenes son de CAF y la tecnología ERTMS de Thales España, Adif asesoró en la apertura, Renfe formó a los maquinistas y otras empresas aportaron el montaje de vía (Assignia), el carril (Arcelormittal) y los desvíos (Amurrio); y en la Ankara-Konya (212 km), el ERTMS es de Siemens Rail. También contribuyen al proyecto Marmaray, enlace mixto entre las dos orillas de Estambul, cuya renovación ultiman OHL y Siemens Rail. Desde 2014, además, Indra im-

Talgo

planta el sistema de gestión de tráfico de alta velocidad (DaVinci) y un centro de control para planificar la explotación de toda la red. Además, Talgo se ha asociado con una compañía local para fabricar trenes de cara a la renovación de la flota de alta velocidad. En el segmento convencional, hay referencias en señalización (Siemens Rail, CAF Signalling), proyectos de superestructura (Sener, Getinsa) y asistencia técnica y señalización de la línea Irmak-Karabuk de 415 km (Typsa), este último el mayor de los proyectos financiados hoy con ayuda de la UE.

// El proyecto Haramain de alta velocidad sitúa a España como país de referencia en este segmento ferroviario //

La presencia en Arabia Saudí es más reciente y de mayor magnitud. En este país, el consorcio Al Shoula, formado por 12 empresas españolas (Renfe, Adif, Ineco, Talgo, OHL, Copasa, Imathia, Cobra, Inabensa, Indra, Siemens Rail y Consultrans) y dos saudíes, ganó en 2011 el contrato para el diseño y la instalación de la superestructura, el suministro de trenes y la operación y mantenimiento de la línea de alta velocidad La Meca-Medina (450 km), que trasladará a millones de peregrinos entre las dos ciudades santas islámicas. El proyecto Haramain (12.000 M€), dividido en dos fases, es el mayor contrato de la industria española (6.736 M€ de la fase II) y, sobre todo, representa el gran exponente internacional de su capacidad para realizar proyectos de alta velocidad con tecnología "made in Spain". Este contrato sitúa a España como país de referencia en alta velocidad y promociona a sus empresas como líderes en varios subsectores.

♦ Tren Talgo 350 Haramain en la factoría de Rivabellosa (Asturias), poco antes de su envío a Arabia Saudí. Debajo, automotor diésel en el área 5 de la la línea La Meca-Medina.

Desde abril de 2013, el consorcio Al Shoula desarrolla la fase II de superestructura sobre la plataforma ejecutada en la fase I, y en contrato aparte se levantan las cinco estaciones de la línea. Por parte española, junto al consorcio participan una veintena de empresas subcontratadas, que aportan desde carril y desvíos hasta cableado o componentes del tren. La labor se desarrolla en un entorno desértico que requiere medidas de protección en equipos y trenes para limitar el efecto de la arena y las altas temperaturas, proceso en el que la I+D de las empresas aporta soluciones. Los trabajos en los seis tramos del trazado progresan a buen ritmo, según constató la ministra de Fomento durante una visita a las obras en mayo, y en junio estaban previstas las primeras pruebas dinámicas en un tramo de 100 km con el primer tren Haramain entregado por Talgo. El plazo para la operatividad de la línea es diciembre de 2016.

La industria española participa en otros proyectos millonarios en el golfo Pérsico, entre los que destacan dos: el Ferrocarril del Consejo de Cooperación del Golfo (CCG), línea mixta de 2.177 km que unirá los seis países de la región, cada uno de los cuales construirá un tramo; y la expansión de la red de Arabia Saudí. En el primer proyecto (11.300 M€), con expectativas para constructoras, consultoras, fabricantes de trenes y

Ineco

Material rodante

CAF. *La empresa de Beasain es el cuarto fabricante mundial de trenes, con unidades circulando en 30 países. Fuera de España tiene fábricas en Francia, EE UU, Brasil y México. En alta velocidad, en marzo ganó el primer contrato para el tren Oaris (ocho unidades a Noruega por 120 M€), y una docena de sus HT6 5000 cubren desde 2008 la línea Ankara-Estambul. En el segmento convencional, últimamente ha exportado trenes diésel al Ulster (20 unidades), Argelia (17), Francia (16), Túnez (10) e Italia (5); unidades eléctricas a Italia (14) y Montenegro (3); trenes push-pull a Arabia Saudí (17); y fabrica coches de pasajeros para EE UU (130) y Escocia (76). El último gran contrato son las 30 unidades (340 M€) para el tren México-Toluca.*

CAF

Vossloh Rail Services

♦Arriba, locomotora Euro4000 , izquierda, trenes push-pull de la línea Dammam-Riad, debajo, tren Avril de muy alta velocidad en pruebas.

Vossloh Rail Services. *La filial del gigante alemán ha logrado en esta década contratos para fabricar más de 150 locomotoras en seis países. Destacan los pedidos de Euro 3000 para Israel (38), Euro 4000 para Francia (24) y Eurolight para Reino Unido (25). En febrero entregó a Sudáfrica las primeras Afro 4000 como parte de un contrato de 70 locomotoras, el mayor en la historia de la empresa (250 M€), a completar en 2016.*

Talgo. *Su segundo proceso de internacionalización arrancó hace una década y hoy está presente en varios mercados con trenes (Francia, Suiza, Portugal, Italia, Kazajistán, Uzbekistán, Rusia y EE UU), servicios y material de mantenimiento (exportados a 32 países). Tiene una fábrica en Kazajistán y bases de mantenimiento en Alemania, Bosnia, Uzbekistán, Kazajistán y EE UU. El gran contrato actual en alta velocidad son los 35 Talgo 350 Haramain (con opción a 23 más), por 1.600 M€. En este segmento, en 2011 entregó dos Talgo 250 Afrosiyob a Uzbekistán, primeros trenes de alta velocidad en Asia Central. Su última apuesta es el Avril de muy alta velocidad, que promociona en mercados emergentes. Hoy desarrolla contratos para Kazajistán (mantenimiento y suministro de coches, 1.700 M€), Rusia (diseño de coches y suministro de trenes para recorridos internacionales, ya en servicio) y Arabia Saudí.*

Talgo

operadoras, el consorcio Técnicas Reunidas-Ineco ha ganado un contrato de *project management* (500 M€) para revisar el diseño, supervisar la construcción y puesta en servicio del primer tramo (207 km) de los nueve de la red de Omán. En este tramo, España aspira a los contratos de obra civil (FCC) y señalización (Alstom España). Talgo está interesado en el concurso de Omán y en el de Emiratos Árabes. Y en Arabia Saudí, los grandes proyectos llevan aroma español, como las líneas Norte-Sur (recorrida desde 2015 por trenes de CAF), Dammam-Riad (proyecto de duplicación de Consultrans, supervisión del ETCS por Getinsa, trenes de CAF y otros), Jubail-Dammam (supervisión de obras de Typsa) y la conexión con el Ferrocarril CCG (estudio de Intecsa-Inarsa). Además, Consultrans ultima el estudio de viabilidad de la línea de alta velocidad Dammam-Riad (480 km). En mantenimiento, las dos operadoras saudíes emplean la tecnología de gestión de rodadura para ruedas de Nem Solutions.

En el otro extremo de Asia florecen las expectativas. India es el mercado con mayor potencial. Su Gobierno realiza millonarias inversiones en dos grandes proyectos para modernizar el ferrocarril, configurado por líneas mixtas saturadas de escasa capacidad y baja

AZVI

♦ Tramo de la línea de mercancías Norte-Sur en el estado de Tocantins (Brasil), rehabilitado por una empresa española.

velocidad. El primero es la construcción de una red de seis corredores de alta velocidad (3.500 km) que unirá las grandes urbes. España colabora en el proyecto mediante asesoramiento (Adif y Renfe) y estudios (Ineco, Prointec y Ayesa analizan la viabilidad del tramo Haldia-Howrah, de 135 km). Es un primer paso de cara a los próximos concursos de los corredores Delhi-Mumbai, Mumbai-Chennai y Delhi-Kolkata, escenario para el que las consultoras españolas toman posiciones. El otro gran proyecto en curso es la construcción de seis corredores exclusivos de mercancías, destinados a ayudar al crecimiento del país. Los dos primeros, Este y Oeste (más de 3.300 km), están en sus primeras fases, y a su desarrollo han optado más de una docena de empresas españolas, ganando algunos contratos. Aldesa, en consorcio, construye desde 2013 un tramo de 343 km de vía doble del corredor Este (Delhi-Howrah), por 500 M€; y Typsa y Ardanuy desarrollan el *project management* de superestructura de dos tramos más. Talgo está interesado en ambos proyectos, que suponen una oportunidad para el tren de muy alta velocidad Avril y para trenes que superan los 160 km/h.

En el Sudeste asiático, la Marca España sigue con interés el proyecto de alta velocidad Singapur-Kuala Lumpur, línea de 330 km que se licitará a final de año y que copa la atención del sector (Talgo presentará el Avril), además de los proyectos de Tailandia, Filipinas y Bangladesh. Y en China, país con la mayor red mundial de alta velocidad, la presencia española se circunscribe al Express Rail Link de Hong Kong, enlace rápido de 26 km con la red de alta velocidad china. En este proyecto, una filial de ACS construye la estación término West Kowloon y un tramo; y Obras Subterráneas, en consorcio, ha excavado un túnel de 2,6 km y tres cavernas. Además, Siemens fabricó en Cornellá 300 motores para trenes Velaro que circulan por la red de alta velocidad china.

En Oceanía, las principales referencias son la renovación de líneas de mercancías en Australia por ACS y el contrato al que opta CAF para suministrar 65 Intercity, que formarán la nueva generación de trenes de larga distancia de Nueva Gales del Sur.

> AMÉRICA

Este continente es un mercado preferente del sector, muy activo en Latinoamérica y que ahora ha dado el salto al norte. En EE UU, la presencia española estaba centrada en el suministro de material rodante, primero con los trenes de la serie 8 de Talgo para un corredor de la costa oeste, y luego con coches de pasajeros de CAF. En el último lustro, esta presencia se ha ampliado a consultoras y constructoras, interesadas en la iniciativa para desarrollar 10 corredores de alta velocidad equiparables a las líneas europeas. España ha prestado asesoramiento a través de Adif, varias consultoras han realizado estudios y las constructoras armaron consorcios para algún proyecto. No obstante, la iniciativa avanza con lentitud y algunos corredores ya han sido desestimados.

Hasta ahora, el único corredor en marcha es el de California. La línea Sacramento-San Diego (1.200 km), que unirá las grandes urbes del Estado, es una de las mayores obras del mundo y su desarrollo, con inversión superior a 45.000 M€, se realizará por fases hasta 2029. Las constructoras españolas pugnan con la élite del sector en los concursos de obra civil del tramo San Francisco-Los Ángeles. No lo lograron en la licitación inicial (tramo Madera-Fresno, 46 km, con cuatro españolas finalistas), pero sí en la segunda. En diciembre de 2014, un consorcio liderado por ACS se hizo con el contrato para construir a partir de 2016 el segundo tramo (Fresno-Bakersfield, 105 km, 1.087 M€) a través del Valle

California High Speed Rail

Central. Se trata de la primera compañía extranjera que construye un tramo de alta velocidad en EE UU, un hito que abre las puertas a la Marca España en este mercado. Desde entonces, Sener ha obtenido el contrato de ingeniería preliminar del tramo Palmdale-Burbank (64 km), tres consorcios españoles han llegado a la final del próximo concurso de obra civil (Bakersfield-Tulare, 35 km) y varias empresas se preparan para la fase de superestructura. Además, Talgo está interesada en el suministro de trenes para la línea.

En Latinoamérica, la Marca España ha figurado en distintos proyectos de alta velocidad, todos fallidos. En Argentina, una constructora española integraba el consorcio adjudicatario del tren bala Buenos Aires-Córdoba, suspendido en 2008. En Brasil, la industria nacional se agrupó en un consorcio para optar a la licitación de la línea Río-Sao Paulo-Campinas, aplazada en 2013. Y en México, constructoras y fabricantes de trenes optaban al tren México-Querétaro, que se canceló en enero pasado.

♦ Infografía de la futura estación de Sacramento, en la línea de alta velocidad Sacramento-San Diego (Estados Unidos). Debajo, infografía de estación elevada del ferrocarril México-Toluca.

Sener

// Empresas públicas y privadas españolas apoyan desde hace años los esfuerzos para relanzar el ferrocarril en Latinoamérica //

Más histórica es la contribución al ferrocarril convencional, mediante mejora de líneas, suministro de material y asesoramiento en varios países, que últimamente buscan relanzar este modo de transporte. La principal actuación hoy es el ferrocarril México-Toluca, primer tren de pasajeros que se construye en décadas en el país azteca. Esta línea de 57 km tiene color español: Sener elaboró el anteproyecto ejecutivo, OHL construye el mayor tramo (35 km, 575 M€) y el consorcio CAF-Isolux-Azvi-Thales España suministrará 30 trenes y la superestructura (690 M€). Otras referencias en líneas mixtas son la renovación de dos corredores en Colombia (875 km, consorcios con Rubau y ACS) y la mejora de las líneas Huancayo-Huancavelica (TRN y Geocontrol) y Tacna-Arica (Idom) en Perú, además del apoyo de Renfe a los trenes turísticos en Ecuador. En mercancías, un consorcio liderado por Consultrans ha elaborado el estudio estratégico del Corredor Bioceánico Central de Bolivia, línea de 3.700 km que unirá los puertos de Brasil y Chile, con tramos operativos y otros por construir. Como parte del corredor, Acciona Ingeniería supervisa las obras de la línea Montero-Bulo Bulo (150 km) y el Grupo Puentes construye las estructuras. En Brasil, Azvi ha renovado 600 km del gran eje de mercancías Norte-Sur y Sener estudia la viabilidad de otro corredor de 860 km en el sur; y en México, la constructora realizó la variante Matamoros-Brownsville, primer enlace ferroviario con EE UU en un siglo, básico para el comercio entre los dos países.

Vossloh Rail Services

♦ Locomotora Afro4001 para las líneas de pasajeros de Sudáfrica.

Mirando al exterior

Las empresas del Grupo Fomento Adif, Renfe e Ineco son ejemplo de la internacionalización del sector con su presencia en proyectos como las líneas de alta velocidad de Arabia Saudí, Turquía y Gran Bretaña o el Ferrocarril del Golfo. Las dos primeras han promocionado el modelo del AVE a veinte países, están posicionados con acuerdos en los emergentes mercados de India y Rusia, y colaboran en I+D con un operador de alta velocidad de Japón. Ineco tiene presencia en el golfo Pérsico (Plan Ferroviario de Kuwait) e India, y estudia entrar en la modernización del ferrocarril de Costa Rica (realizó su Plan Nacional de Transportes). Estas empresas han participado en proyectos en Polonia, Marruecos, Argelia, México, Ecuador, Colombia y Venezuela.

La vocación internacional es mayor entre las 75 empresas más especializadas, agrupadas en Mafex: exportan a 90 países y tienen implantación exterior mediante 225 delegaciones, filiales y fábricas. Entre las más internacionales, además de los fabricantes de trenes (CAF ya factura más del 75% fuera de España), figuran las compañías de material fijo de vía: Jez, Amurrio, DF Rail o Hicasa venden fuera más del 40% de su producción de material de vía, y Arcelormittal exporta carril a los cinco continentes. En equipamiento y mantenimiento también hay vocación exterior: Albatros exporta la mayor parte de su equipamiento para vehículos; Manusa ha vendido sus puertas automáticas a 70 países; Metalocaucho, con plantas en China e India, vende componentes para suspensión en 50 países; Aries Ingeniería está presente con sus sistemas de ensayo en 22 países, y en otros 17 se utilizan las soluciones de mantenimiento inteligente de Nem. La Farga, además, abrió en 2010 una fábrica de componentes de cobre en China para la alta velocidad del país. En señalización, las transnacionales Bombardier, Alstom, Thales y Siemens Rail exportan buena parte de sus productos; la primera factura el 85% fuera.

> ÁFRICA

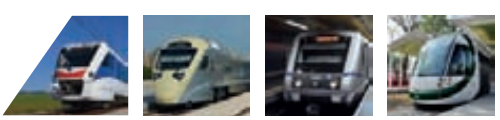
La presencia española se concentra en los países del norte, importadores de material de vía hispano. En alta velocidad, con varios proyectos en el horizonte, los Gobiernos analizan las ofertas chinas de nuevas líneas y evalúan el modelo AVE, por el que Túnez, Argelia, Nigeria y Sudáfrica se han interesado ante Adif. Además, Ineco realizará el estudio de viabilidad del corredor de alta velocidad El Cairo-Luxor (660 km), según un acuerdo alcanzado con Egipto en abril. En el único proyecto africano en marcha, el TGV Tánger-Casablanca marroquí (330 km, 2.500 M€), dominado por empresas galas, el sector español ha ganado algunos contratos: Assignia realizó la obra civil de dos tramos (63 km), el carril procede de la factoría gijonesa de ArcelorMittal y La Farga aporta el hilo de contacto. En la fase de explotación, los trenes serán gestionados desde la plataforma Da Vinci de Indra y Adif, que también controla la red convencional.

Más amplia es la participación en este segmento. En obra civil destaca la construcción de dos líneas en Argelia: Relizane-Tiaret-Tisselmit (185 km), de FCC, y Annaba-Ramdane (95 km), de OHL/Sener. Y en Mozambique, Sacyr ha rehabilitado 600 km del corredor de Nacala, la mayor línea de mercancías de África oriental. Las consultoras tienen referencias en Argelia (Getinsa, Sener, Eptisa y Euroestudios), Marruecos (Ayesa), Etiopía (Sener) Mozambique (Ardanuy), Níger (Typsa), Tanzania (Getinsa) y Costa de Marfil (Typsa). En señalización, Thales España renueva los equipos de la línea egipcia El Cairo-Alejandría (160 km) y provee una línea nigeriana (328 km) con el sistema de protección ETCS 2, que ya instaló en el *by pass* norte de Argelia; y Siemens Rail equipa el corredor de Nacala. Al sur, en Sudáfrica, Vossloh España ha entregado las primeras locomotoras Afro 4000, futuro núcleo de la flota de larga distancia del país. □

oaris

Cutting-edge technology at 350 km/h

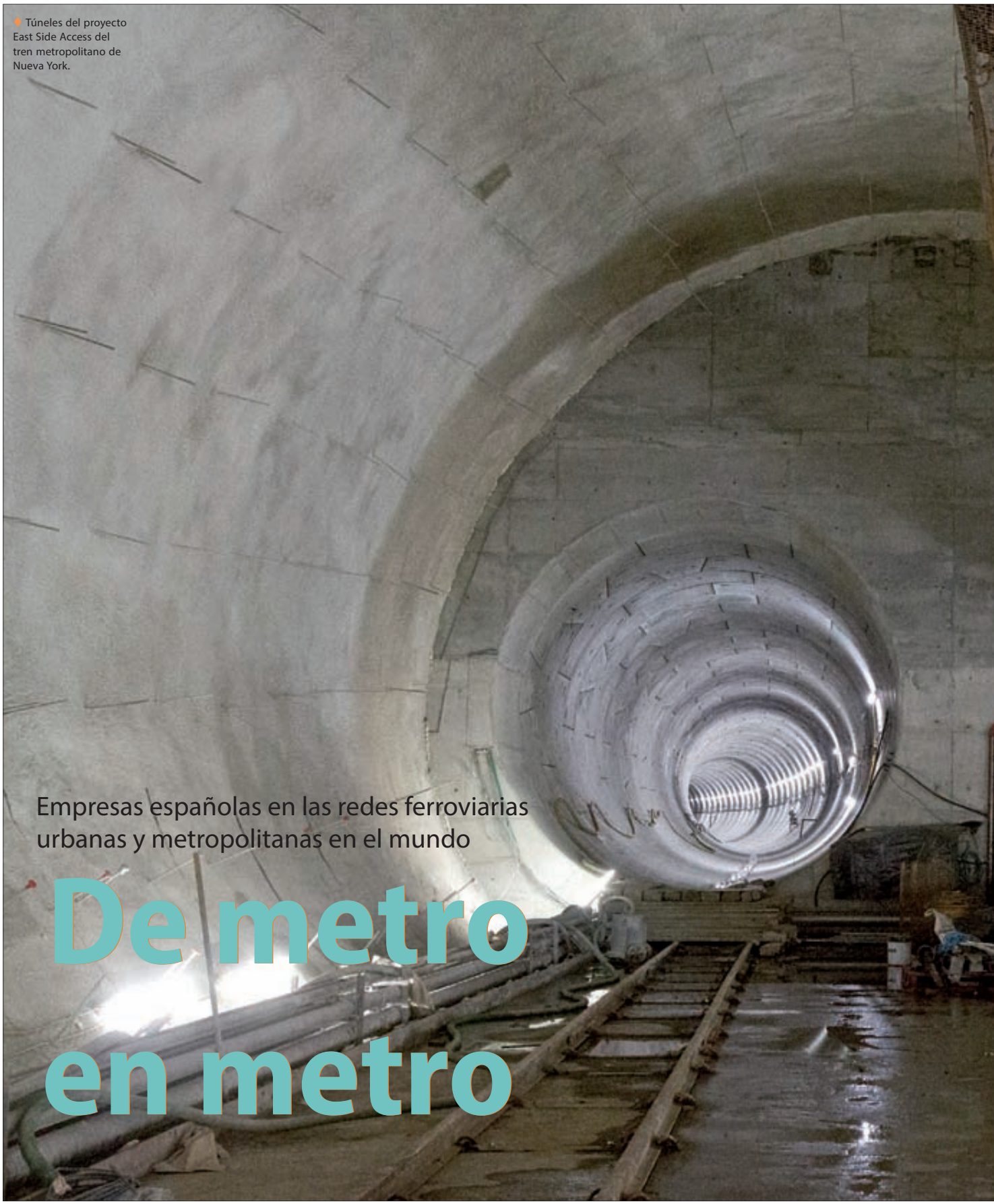
CAF is one of the international benchmarks in the design and implementation of comprehensive rail transit systems.



CAF COMPREHENSIVE RAIL SOLUTIONS

ROLLING STOCK
SIGNALLING
SERVICES
EQUIPMENT & COMPONENTS
TRANSPORT SYSTEMS

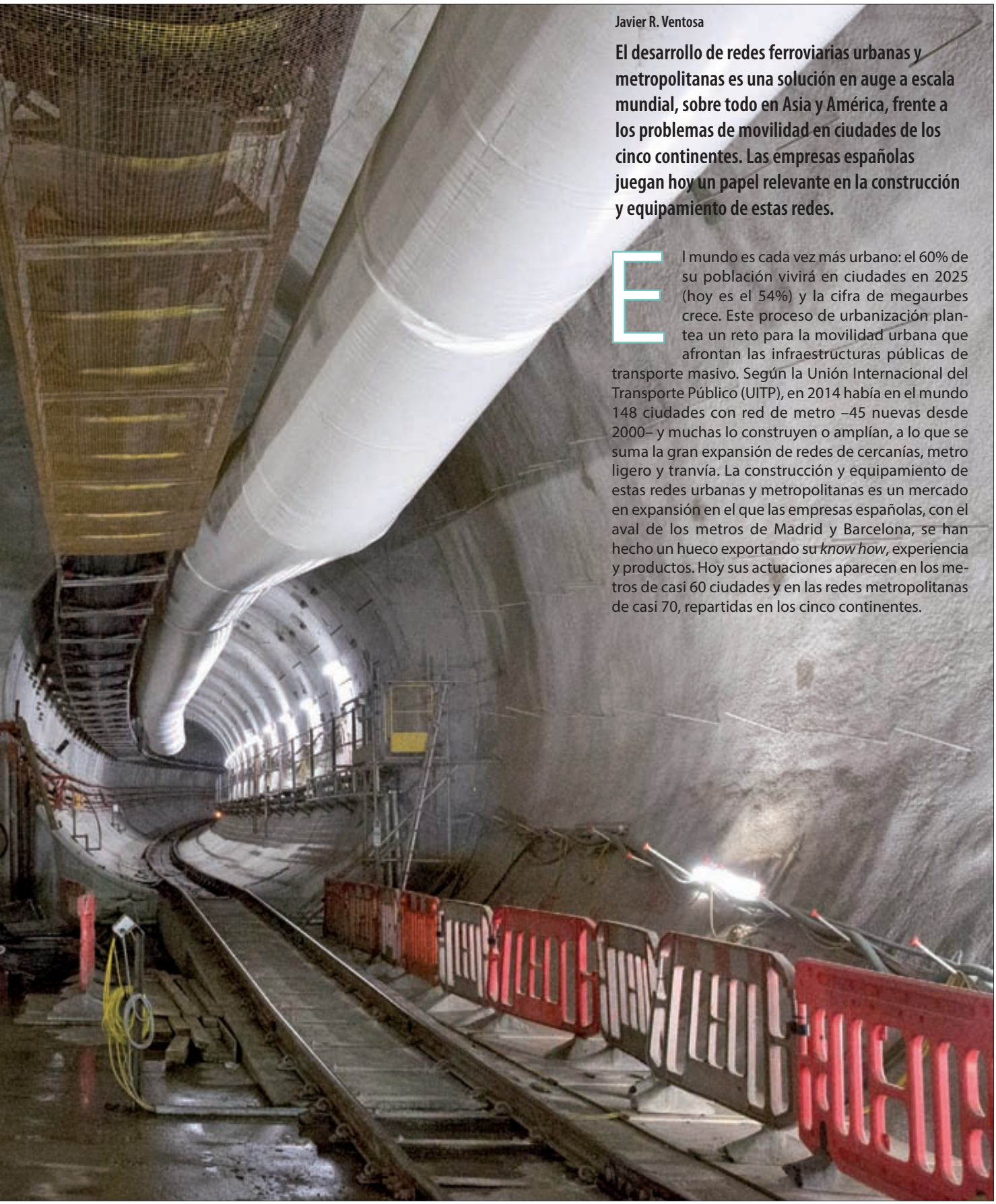
www.caf.net



Túneles del proyecto East Side Access del tren metropolitano de Nueva York.

Empresas españolas en las redes ferroviarias urbanas y metropolitanas en el mundo

De metro en metro



Dragados (ACS)

Javier R. Ventosa

El desarrollo de redes ferroviarias urbanas y metropolitanas es una solución en auge a escala mundial, sobre todo en Asia y América, frente a los problemas de movilidad en ciudades de los cinco continentes. Las empresas españolas juegan hoy un papel relevante en la construcción y equipamiento de estas redes.

El mundo es cada vez más urbano: el 60% de su población vivirá en ciudades en 2025 (hoy es el 54%) y la cifra de megaurbes crece. Este proceso de urbanización plantea un reto para la movilidad urbana que afrontan las infraestructuras públicas de transporte masivo. Según la Unión Internacional del Transporte Público (UITP), en 2014 había en el mundo 148 ciudades con red de metro –45 nuevas desde 2000– y muchas lo construyen o amplían, a lo que se suma la gran expansión de redes de cercanías, metro ligero y tranvía. La construcción y equipamiento de estas redes urbanas y metropolitanas es un mercado en expansión en el que las empresas españolas, con el aval de los metros de Madrid y Barcelona, se han hecho un hueco exportando su *know how*, experiencia y productos. Hoy sus actuaciones aparecen en los metros de casi 60 ciudades y en las redes metropolitanas de casi 70, repartidas en los cinco continentes.

Ferrovial

> EUROPA

Las empresas españolas realizan actuaciones en un tercio de las 45 redes de metro en Europa y en otros sistemas ferroviarios metropolitanos.

Ferrovial y Dragados (ACS) participan en Londres en el proyecto Crossrail, la mayor obra ferroviaria de Europa, con presupuesto de 20.700 M€, que ampliará la capacidad de la red suburbana un 10%. Esta línea de cercanías, con funciones de metro, cruzará el área metropolitana de este a oeste con 118 km y en su parte central incluye un trazado subterráneo de 21 km y 10 estaciones, conectadas al metro y a la red Thameslink. Ambas empresas, en consorcios, han construido con tuneladoras cuatro de los cinco lotes de túneles y el quinto lo ejecutó una filial de ACS. Los 42 km de túneles se completaron a principios de junio. Ferrovial también realiza los accesos y las cavernas de las estaciones de Bond y Farringdon –una de las mayores de la red–, y FCC participó en un contrato similar en otras dos. El importe de estos contratos supera los 2.000 M€, que hubiera sido mayor de ganar CAF el suministro de trenes. La línea deberá estar operativa en 2018, y ya se ha anunciado un segundo Crossrail norte-sur. Estas mismas empresas han ampliado sus obras a la red del metro: Ferrovial, en consorcio, extiende la Northern Line con un túnel de 6 km y dos estaciones (630 M€), y Dragados amplía la estación de Bank (cuarto mayor intercambiador de la red). Indra, Thales España y Euroconsult son otras referencias en el *tube*. En el este de Londres, además, la filial de Ferrovial opera, y mantendrá por seis años, el tren ligero de Docklands (850 M€).

♦ Túnel finalizado del proyecto Crossrail, en Londres. Debajo, estación de Anthopouli de la línea 2 del metro de Atenas (Grecia), ampliada en 2013.

FCC

Otros metros europeos también hablan español. Entre ellos destacan dos ampliaciones en Escandinavia: la del metro de Copenhague, a cargo de ACS, que ejecuta dos túneles (1,8 y 1,6 km) por 150 M€; y una nueva línea del metro de Estocolmo, de 11 km, en parte bajo el mar, diseñada en consorcio por Typsa (60 M€). En Bucarest, FCC construye un tramo (6,1 km y 9 estaciones) de la línea 5 del metro. Referencias recientes de obra civil y consultoría son las ampliaciones de los metros de Atenas (FCC), Praga (ACS), Varsovia (Acciona, Sener) y Moscú (Prointec, Bustren), así como los metros ligeros de Oporto (desarrollado por Sacyr, Comsa, Bombardier, Sener, Typsa y Prointec) y Belgrado (Ineco, CAF). Además, Avanza explotará el metro de Lisboa. En material rodante, 130 unidades de CAF circulan en los metros de Roma, Bruselas, Bucarest y Helsinki, y una veintena de Alstom España por los de Londres y Varsovia. Y en arquitectura, el estudio Miralles-Tagliabue di-

Idom. Autores: The Visual Plan: Antonio Blanco y David Roris

seña la estación de Clichy, del proyecto Grand Paris Express, y Óscar Tusquets firma la estación Toledo del metro de Nápoles.

En cercanías, uno de los hitos de los últimos años corresponde a CAF por su mayor contrato europeo (510 M€): el suministro de 120 trenes Civity al operador público holandés NS para su programa de alta frecuencia de trenes. Deberán circular en 2018. Otro fabricante, Vossloh España, tiene 40 trenes tram operativos en Karlsruhe, Chemnitz (Alemania) y Sheffield (Inglaterra), y fabrica 25 más para Alemania. En obra civil, la filial polaca de Ferrovial ha construido un tramo de 20 km del tren metropolitano de Gdansk.

En el capítulo tranviario, modo de transporte en auge, los fabricantes españoles son una referencia: CAF es uno de los mayores suministradores, con más de 150 tranvías exportados desde 2008 a 10 ciudades europeas y otro centenar contratado en 2015 para Utrecht, Budapest, St. Etienne y Luxemburgo; Vossloh España ha exportado 24 unidades a Alemania y Austria, y Alstom España ha vendido 22 a Nottingham. En obra civil, la filial polaca de Ferrovial ha renovado las redes tranviarias de Cracovia y Gdansk; Sacyr ha ampliado el tranvía de Dublín y desarrolla el de Palermo. Hay otras referencias en los tranvías de Tallin, Lund, Arad y Skopje.

♦ Infografía de la estación Futur Parc Urbain del lote 2 (Ain Naadja-Baraki) de la ampliación del metro de Argel. Debajo, tren tram Citylink en el centro urbano de Karslruhe (Alemania).

Vossloh Rail Services

> ÁFRICA

En un continente con un transporte urbano poco desarrollado, las referencias españolas se centran en los dos únicas redes de metro existentes, ambas en expansión. En Argel (Argelia), con una línea de 9 km que recorren trenes de CAF, destaca la aportación a la ampliación de la red de las ingenierías Sener (diseño de tres extensiones y dirección de obra de la primera) e Idom (proyecto de un tramo de 6,2 km), entre otras. Sener también realizó el proyecto constructivo del metro de Orán, de próxima licitación. En este país, además, constructoras e ingenierías desarrollan casi 60 km de líneas de tranvía en cuatro ciudades: Orán (Isolux, Ayesa, Sener y tranvías de Alstom España, abierta en 2013), Mostaganem (Isolux, Euroestudios), Ouargla (Rover Alcisa, Assignia, Elecnor y Sener) y Constantine (Isolux, Idom y tranvías de Alstom España). Estos contratos superan los 1.000 M€. En Marruecos, el trazado del primer tranvía de Casablanca es de Ayesa. Y en El Cairo (Egipto), metro que dispone de dos líneas en servicio y dos en desarrollo, las consultoras Sener y Getinsa-Payma pujan por el *project management* y la asistencia técnica de la línea 3, fase III (18 km y 15 estaciones); antes, otro consorcio hispano (Ineco, FGC, FGV y TMB) desarrolló el sistema de gestión de seguridad de la red e Idom implementó un sistema de tarjetas inteligentes de acceso sin contacto.

OHL

> ORIENTE PRÓXIMO

♦ Infografía del vestíbulo de la estación de Musheireb del metro de Doha. Debajo, túnel bajo el Bósforo del proyecto Marmaray (Estambul), equipado por empresas españolas.

En esta región, las empresas españolas llevan a cabo contratos de sistemas de transporte urbano en Turquía y han desembarcado últimamente en el golfo Pérsico.

En Turquía, dos empresas españolas desarrollan uno de los grandes contratos del proyecto Marmaray, enlace de cercanías entre las orillas asiática y europea de Estambul, incluido un túnel sumergido, que mejorará la movilidad urbana. Desde 2012, OHL y Siemens Rail modernizan un corredor de 77 km (sustitución de vías y reposición con tres nuevas vías a lo largo de 63 km, renovación electromecánica, edificación y/o renovación de 36 estaciones y señalización, además del equipamiento del túnel) a ambos lados del Bósforo con objeto de ampliar su capacidad a otros tráficos. La obra (1.042 M€) debe concluir este verano. Otras compañías participan en la ampliación del metro de Estambul, sobre todo CAF, con unidades en servicio en una línea en la parte asiática y que ahora fabrica 21 trenes sin conductor para una línea automática. En la capital, Ankara, Comsa ha ejecutado los túneles y la superestructura de dos líneas del metro, abiertas en 2014. Y en el capítulo tranviario, la empresa catalana ha desarrollado las líneas de Bursa y Gaziantep, y CAF aporta los tranvías y la señalización al de Antalya. La empresa vasca también ha suministrado 33 trenes de cercanías para Izmir. En Asia Central hay referencias en Georgia (ampliación de la línea 2 del metro de Tíflis, por Cobra y Assignia) y Kazajistán (proyecto del metro ligero de Astaná, de Typsa, y estudio de viabilidad del tranvía de Pavlodar, de Ineco).

Los países del golfo Pérsico viven una fiebre por disponer de redes de transporte masivo para mejorar la movilidad urbana. Hoy solo Dubai tiene metro, otros dos están en obras (Riad, Doha) y hay cinco más en

Siemens Rail

Exportación de material rodante

CAF. *La empresa vasca es el mayor exportador español de trenes urbanos y metropolitanos. Sus referencias en este siglo abarcan cerca de 500 trenes contratados, y más de 2.500 coches, para 14 redes de metro en cuatro continentes: Roma (68 trenes), Bucarest (24), Bruselas (21), Helsinki (20), Washington (96), Santiago (69, de ellos 37 sin conductor), Sao Paulo (43), México (39), Medellín (12), Caracas (7), Estambul (51, 21 de ellos* driverless*), Argel (14) y Delhi (8). Ahora renueva 35 trenes para el metro de Lyon. En el segmento de metro ligero, tiene encargos para Monterrey (22) y Boston (24). En cercanías, ha exportado unidades a Auckland (57), Izmir (33) y Recife (15). Y en tranvías, en los últimos años ha exportado cerca de 400 unidades, la mayoría del modelo Urbos, a 21 ciudades (14 en Europa, cuatro en América y tres en Asia-Pacífico).*

Alstom España. *En esta década, la filial de la multinacional gala ha suministrado trenes Metrópolis a los metros de Santo Domingo (34), Panamá (19) y Lima (19), y 24 Xtropolis para el metro de Valparaíso y las cercanías del Rancagua Express, construidos en Santa Perpètua de Mogoda (Barcelona), además de colaborar en la renovación de 106 trenes de la línea Northern de Londres. Ahora fabrica 18 Metrópolis para el metro ligero de Guadalajara y dirige la modernización de 35 trenes del metro de Santiago. Ha exportado tranvías Citadis a Rabat (44), Orán (15), Constantina (15) y Nottingham (22).*

Vossloh España. *Desde su factoría de Albuixech (Valencia), la filial del gigante alemán ha suministrado trenes tram Citylink a las ciudades de Karlsruhe (25, más un pedido adicional de otros 25 en 2015), Chemnitz (8) y Sheffield (7), así como tranvías Tramlink para Rostock (13), Santos (22) y Gmunden (11).*

Bombardier Transportation España. *Ha desarrollado en Trápaga (Bizkaia) los sistemas de propulsión de 68 trenes del metro de Roma y del monorraíl de Sao Paulo.*

Operadores. *Metro de Madrid ha vendido al* subte *de Buenos Aires más de un centenar de unidades que rodaron por la red madrileña. En San José (Costa Rica), Renfe y Feve suministraron entre 2009 y 2011 una veintena de unidades para el servicio de cercanías.*

proyecto (Yeda, Medina, La Meca, Abu Dabi y Kuwait). Son proyectos millonarios a los que optan los grandes del sector, entre ellos constructoras, consultoras, operadoras y fabricantes de trenes españoles. En planificación, Ineco realizó los planes directores del metro de Kuwait y de transporte público de Mascate (Omán), que prevé un metro ligero. En obra civil, constructoras y consultoras participan en los dos metros en construcción. En Riad (Arabia Saudí), que desarrolla una red de seis líneas automáticas (175 km) por 16.300 M€, un consorcio liderado por FCC ejecuta desde abril de 2014 el segundo mayor contrato de la historia nacional (6.030 M€): la obra civil de un tercio del proyecto (líneas 4, 5 y 6 con 64 km y 25 estaciones, proyecto de Typsa). Es una actuación compleja, con medio trazado elevado y parte soterrado, a concluir en 2018. Idom aporta el proyecto y diseño de la línea 3 (41 km) en otro consorcio, y Sener y Getinsa realizan labores de supervisión. Además, Indra implantará el *ticketing* en la red metropolitana, tras ganar el mayor contrato licitado en el mundo (266 M€). En Doha (Qatar), proyecto de 20.000 M€ que prevé cuatro líneas automáticas (211 km y 85 estaciones), dos españolas desarrollan sendos contratos. OHL, en consorcio, construye las estaciones intermodales más emblemáticas (Musheireb y Education City) por 1.100 M€; y FCC ejecuta en consorcio, y con diseño de Typsa-Sener, un tramo elevado de 7 km de la línea roja (506 M€). En los metros en proyecto, la Marca España toma posiciones. Y en el segmento de metros ligeros o tranvías, hay presencia española en Doha (ACS, Ecisa), Lusail (Sener), Abu Dabi (Sener-Typsa) y Dubai (Alstom España).

Siemens AG, Munich/Berlin

♦ Infografía de trenes sin conductor en una estación del metro de Riad (Arabia Saudí), uno de los mayores proyectos de construcción del mundo.

CAF

> ASIA-PACÍFICO

♦ Tranvía de Kaohsiung (Taiwán), primero de Asia sin catenaria. Debajo, izquierda, infografía del tren ligero de Sídney (Australia); derecha, imagen virtual de una de las 26 estaciones de la línea 8 del metro de Delhi (India).

La Marca España se ha expandido por esta región en respuesta a los planes de creación o ampliación de metros en India, Sudeste asiático y Oceanía.

India, con 14 redes de metro en servicio o construcción y otra decena más planificadas, es un mercado en expansión. Existen referencias de más de una veintena de compañías españolas en obra civil, trenes, señalización, electrificación, mantenimiento, ingeniería y equipamiento; algunas tienen delegaciones permanentes en el país. El proyecto más destacado es el metro express Delhi-aeropuerto (27 km), concesión a un consorcio local con presencia de CAF, operativo desde 2011, al que la compañía vasca ha aportado los trenes y el telemando de energía eléctrica. En la red de Delhi hay referencias de Isolux, Ineco, Ardanuy, Cobra, Metalocaucho y Ayesa (diseño de 26 estaciones de la línea 8 y de otras 21 de la línea Noida-Greater Noida). En las de Mumbai y Navi Mumbai han participado otra docena, entre ellas Grupo Sanjosé (ejecución de 16 estaciones). Siemens Rail aporta la tecnología al metro de Gurgaon; Talgo ha suministrado equipos de mantenimiento a los metros de Bangalore e Hyderabad; y el *ticketing* de los de Mumbai (metro y monorraíl) y Kolkata es de Indra. Hay otras referencias en los metros de Kochi, Chennai y Jaipur.

En el Sudeste asiático también se abre mercado. En Singapur, con dos líneas en obras, ACS ejecuta un tramo de la línea Thomson y Siemens Rail suministra el sistema de señalización CBTC para trenes de la línea automática Downtown (42 km), ya en marcha en su primer tramo. Malasia es terreno propicio para empresas de señalización como Indra (centro de control integrado del monorraíl de Kuala Lumpur y de dos líneas del metro ligero) y Thales España (CTC del monorraíl), y abre expectativas en obra civil para la red metropolitana de Klang Valley. En Vietnam, Idom y Sener han realizado estudios y proyectos para los metros de Hanoi y Ho Chi Minh City, este financiado por el Gobierno español. Y en China hay referencias en los metros de Pekín, Hanghzhou, Shanghái, Xian, Hong Kong y Changsha. En Taiwán, CAF participa en el proyecto llave en mano del tranvía de Kaohsiung, primero de Asia sin catenaria, aportando en su primera fase (22 km) el material rodante, la señalización, la electrificación, el *ticketing* y la integración de todos los sistemas.

En Oceanía, constructoras españolas realizan dos relevantes actuaciones en Sidney (Australia), que deben estar operativas en 2019. ACS desarrolla dos de los tres contratos del North West Rail Link, la mayor obra pública de infraestructuras de Australia, que ejecuta desde 2013. Consiste en la ampliación en 23 km de la red suburbana, incluido un túnel de 15 km y ocho estaciones, destinada a los primeros trenes automáticos del país. ACS se ha adjudicado la operación y el mantenimiento durante 15 años, los túneles y el suministro de trenes, por más de 2.000 M€. En la misma ciudad, un consorcio integrado por Acciona realiza el diseño, construcción y futura explotación del tren ligero entre el distrito financiero y la zona sudeste (12 km), adjudicado en 2014 por 1.400 M€. Cuatro españolas optan a proyectos en Perth (cercanías al aeropuerto, 1.400 M€, seleccionadas ACS, Acciona y Ferrovial) y Camberra (tren ligero de 12 km, 560 M€, ACS y CAF). Otras referencias en Australia son la ampliación de líneas de cercanías por ACS en Brisbane (Moreton Bay Rail Link) y Melbourne (Victoria Regional Rail Link), así como los 10 tranvías de CAF que circulan en Sidney. Y en Nueva Zelanda, la empresa vasca completará este año el pedido de 57 trenes de cercanías para Auckland (300 M€).

Acciona

Ayesa

Dragados (ACS)

> CANADÁ Y ESTADOS UNIDOS

Canadá está modernizando sus sistemas de transporte urbano en varias ciudades, sobre todo de metro ligero, proceso en el que participan varias constructoras españolas. En Toronto, un consorcio liderado por ACS se adjudicó en abril un contrato de concesión de 4.000 M€ para el diseño, financiación, construcción, explotación y mantenimiento durante 30 años de Eglinton Crosstown, línea de metro ligero (19 km y 25 estaciones) que cruzará la ciudad de este a oeste, con la mitad del trazado soterrado, conectando con las estaciones de metro, cercanías y autobuses. Las obras arrancarán en 2016 y deben concluir en 2020. Como parte del mismo proyecto, en un contrato aparte, ACS ejecuta un túnel de 3,2 km. En la misma ciudad, el consorcio OHL-FCC ultima un túnel doble de 3,6 km y construye la estación término de la ampliación (8,6 km) de la red de metro hasta York, que entrará en servicio en 2017. En Ottawa, ACS, en consorcio, construye desde 2013, y mantendrá durante 30 años, una línea de metro ligero de 12,5 km, 13 estaciones y 1.620 M€ de inversión. El proyecto debe estar operativo en 2018. ACS también figura entre los aspirantes para la ampliación del metro ligero de Edmonton (13 km).

En Estados Unidos, ACS y OHL participan en los tres grandes proyectos en marcha en Nueva York, la ampliación del tren urbano y la extensión de dos líneas de metro, con contratos que superan los 2.500 M€. ACS está presente desde 2006 en el proyecto East Side Access, la mayor obra de infraestructuras de transporte del país, cuyo presupuesto supera los 9.000 M€. Se trata de una nueva conexión subterránea del tren de cercanías de Long Island hasta la estación Grand Central, al este de Manhattan, que ampliará la capacidad de la red cuando esté operativa en 2019. Dragados, en consorcio con una compañía luego adquirida por OHL, ha construido cuatro túneles (7.300 m) en dos niveles y la caverna de la nueva estación, situada bajo la actual, y ahora ejecuta los acabados. En paralelo, filiales de ambas compañías realizan, en consorcios, las ampliaciones de la línea bajo la Segunda Avenida (desarrollan los principales contratos, 3,4 km de túneles y ejecución y/o rehabilitación de tres de las cuatro estaciones de esta fase) y de la línea 7 (túneles de 2,4 km). Sin salir de Manhattan, en la Zona Cero se ultima el intercambiador diseñado por Santiago Calatrava (3.500 M€). En otros Estados, ACS participa en el consorcio que ampliará en 7,5 km el metro ligero de Boston, cuyos trenes serán de CAF, y OHL construyó en Miami un tramo y una estación de la Orange Line del Metrorail, conexión elevada hasta el aeropuerto, en servicio desde 2012.

♦ Infografía de una estación del metro ligero de Ottawa (Canadá). Debajo, estación MIC del Metrorail (tren urbano elevado) de Miami, en Florida (Estados Unidos).

OHL

> MÉXICO, CARIBE Y CENTROAMÉRICA

En el país azteca, la presencia de empresas españolas en los sistemas de transporte urbano es sostenida y abarca varios ciclos del proyecto ferroviario. En la capital, con la red más extensa de Latinoamérica (226 km), CAF es un referente: suministra trenes al metro desde 1992 –más de 70 unidades– y explota en concesión el Sistema 1 del Ferrocarril Suburbano (Buenavista-Cuautitlán, 27 km), desarrollado por un consorcio español (OHL, Adif, Ineco, Alcatel, Indra, Elecnor, Thales España y trenes de CAF). Además, Ayesa realizó el proyecto de la línea 12, última ampliación del metro capitalino. Respecto al tranvía de México D.F, Etra ha implantado su sistema de ayuda a la explotación (SAE). En Guadalajara, la construcción de la línea 3 del metro ligero (21,5 km y 18 estaciones) tiene color español: Sener hizo y dirige el proyecto, consorcios liderados por Sacyr y OHL han iniciado la construcción de los tres tramos (dos sobre viaductos y otro en túnel), OHL montará la superestructura y Alstom España aportará 18 trenes y la señalización. En Monterrey, CAF ha iniciado la entrega de 26 trenes para la línea 3 del Metrorrey.

En el Caribe hay protagonismo español en los tres metros existentes. En Panamá, un consorcio hispanobrasileño liderado por FCC construyó la línea 1 de metro (13,7 km, 14 estaciones, 1.000 M€), operativa desde 2014, y se ha adjudicado en mayo la segunda línea (23 km, 16 estaciones, elevada, 1.650 M€). Varias consultoras (Sener, Ayesa, TMB) trabajan en estos proyectos. En Santo Domingo, Metro de Madrid ha apadrinado desde cero, mediante asesoramiento integral, dirección del proyecto y puesta en explotación, las dos primeras líneas de metro (44 km, 23 estaciones), operativas entre 2009 y 2013. Trenes de Alstom España circulan por ambas ciudades. Y en San Juan de Puerto Rico, el tren urbano es una obra parcial de Acciona. En el resto de la región no hay sistemas de metro, pero sí iniciativas de cercanías: en Costa Rica, unidades diésel de Feve (Renfe) cubren desde hace un lustro el servicio en la capital e Ineco ha elaborado el estudio de viabilidad de un tren tram eléctrico para el área metropolitana de San José; y en Guatemala, Idom ultima un estudio similar para el área del Gran Guatemala. En Puerto Rico, un consorcio español opta al tren urbano San José-Caguas.

♦ Tren del Sistema 1 (Buenavista-Cuautitlán) del Ferrocarril Suburbano de México DF, construido y explotado por un consorcio español.

CAF

♦ La línea 1 del metro de Panamá, inaugurada en 2014, discurre elevada sobre viaducto.

FCC

> SUDAMÉRICA

En el subcontinente existen 20 ciudades con sistemas de metro en operación y/o expansión, así como redes de cercanías, y en casi todos ellos está la Marca España, con especial relevancia en cuatro grandes proyectos: Lima, Santiago, Sao Paulo y Quito. En Venezuela, que tiene tres ciudades con metro, un consorcio (CAF, Siemens Rail, Assignia y Cobra), con apoyo de Ineco, ha renovado la línea 1 del metro de Caracas (1.500 M€) y amplía la línea 2 del de Valencia. En Ecua-

CAF

Acciona

♦ Imagen virtual del metro sin conductor de Santiago de Chile. Debajo, infografía del intercambiador de La Magdalena, estación del metro de Quito (Ecuador).

Tranvías en América

Los tranvías desaparecieron de la América hispana en la segunda mitad del siglo XX, pero comienzan a regresar en este siglo. Hoy existen proyectos de tranvía clásico en marcha en varios países latinoamericanos con presencia de empresas españolas.

Medellín (Colombia). *En ejecución. Proyecto de Idom y obra de OHL. Línea de 4,3 km que cruza la ciudad, con nueve paradas y conexión con el metro y dos sistemas de transporte aéreo por cable. 80.000 pasajeros diarios. Circulará a final de año.*

Cuenca (Ecuador). *En ejecución. Obra civil y tecnología del consorcio Cuatro Ríos (Euskotren, Isolux-Corsán y Cycasa), estudios de ingeniería de Idom-ETS y consultoría de Ayesa-TMB. Línea de 21,4 km que unirá el norte y el sur de la ciudad a través del centro histórico. Inversión: 200 M€. 120.000 pasajeros al día. En servicio en 2016.*

Trujillo (Perú). *Iniciativa de un consorcio valenciano (Torrescámara, Vossloh España y FGV), admitida por el Gobierno, para implantar dos líneas de tranvía que unan el centro y la periferia (31 km y 45 paradas). 115.000 pasajeros al día. Inversión: 420 M€.*

Cuiabá y Santos (Brasil). *CAF ha aportado 40 unidades Urbos y la señalización al tranvía de Cuiabá (Mato Grosso), línea de 22 km que funcionará en 2016; y Vossloh España suministra 22 Tramlink y FGV su asesoramiento al de Santos (15 km).*

Rosario (Argentina). *Ferrocarrils de la Generalitat Valenciana (FGV) colabora en la definición de la pre-factibilidad de la primera línea tranviaria de la ciudad.*

Otros proyectos de transporte público con sello español son el monorraíl de Arequipa (estudios de Sener) y los metrocables de Quito (estudios de Ineco) y La Paz-El Alto (supervisión de diseño y obras de Ardanuy), la mayor red del mundo con 11 estaciones y 36 km de longitud.

dor, con la primera línea del metro de Quito en desarrollo (23 km, 16 estaciones, 1.700 M€), la Marca España ha protagonizado la fase I, ya acabada, tanto en proyectos (Metro Madrid, Typsa, Ardanuy y Bustren) como en obras (dos estaciones multimodales, de Acciona), y se posiciona para la fase II de túneles (OHL, Acciona y Dragados) y proyectos (Typsa y KV Consultores). En Colombia, el metro de Medellín, obra de un consorcio hispano-alemán, opera con trenes de CAF y el sistema Da Vinci de Indra. Y en la capital, Bogotá, las autoridades recaban financiación para construir la primera línea de metro (26 km), proyecto de 6.000 M€ con gran presencia de consultoras (diseño de Sener y TMB, ingeniería de Idom y Euroestudios y supervisión de Ayesa) y expectativas para las constructoras. En esta ciudad, además, el consorcio Torrescámara-Vossloh España-FGV promueve el proyecto RegioTram, iniciativa para construir y explotar dos líneas de cercanías a Facatativá y Soacha (62 km) que se licitará tras el verano.

Más al sur, en Perú, un consorcio hispano-italiano liderado por ACS y FCC, con la asesoría de Metro de Madrid, desarrolla una concesión de 3.900 M€, uno de los mayores contratos de la Marca España en el exterior, consistente en el diseño, construcción y mantenimiento de la nueva línea 2 del metro de Lima y un ramal de la línea 4 hasta el aeropuerto. Se trata de la mayor obra de infraestructuras de la capital, un trazado subterráneo de 35 km y 35 estaciones con el que se dotará a la ciudad de un eje este-oeste que transportará a 650.000 personas al día en trenes automáticos. La construcción, mediante tuneladoras, arrancó en enero y se prolongará durante cinco años, con el apoyo de ingenierías como Typsa. En la línea 1, que discurre elevada, hay referencias en señalización (Bombardier España), material rodante (Alstom España) y *ticketing* (Idom e Indra). Antes de final de año se licitará la concesión de dos líneas más.

En Chile, más de una docena de empresas españolas trabajan en la ampliación del metro de Santiago, proyecto de casi 2.500 M€ que prevé la construcción de las nuevas líneas 3 y 6 (37 km y 28 estaciones), con las que la red crecerá un 36%. Seis constructoras (OHL, Acciona, Ferrovial, Corsán, Copasa y Obras Subterráneas) ejecutan la mayor parte de los túneles y los talleres;

Diogo Moreira/Governo do Estado de Sao Paulo

♦ Estación elevada de la línea 15 del monorraíl, integrado en el sistema de transporte metropolitano de Sao Paulo (Brasil).

varias consultoras (Typsa, Sener, Idom e Ineco) realizan proyectos de ingeniería o supervisión; el consorcio CAF/Thales suministrará los trenes y la señalización; e Inabensa el sistema eléctrico. Ambas líneas, automáticas, deben estar operativas en 2018. En el metro de Valparaíso hay referencias de OHL, Alstom España y CAF Signalling. Y en el segmento de cercanías, la Marca España participa en los tres grandes proyectos en curso: Rancagua Express (Bombardier España, Alstom España e Idom), Santiago-Melipilla (Idom) y tren suburbano de Concepción y extensión a Coronel (SICE, Ecisa, CAF Signalling).

También en Brasil, con redes de metro en 10 ciudades, hay actividad española, sobre todo en Sao Paulo. Actualmente se está ampliando la red de metro paulista (78 km), con tres líneas en obras, otra en proyecto y dos de monorraíl en ejecución. La Marca España actúa en varios campos: planificación (Ineco asiste desde 1997 al proceso de ampliación), obra civil (Sacyr construye un tramo de la línea 2 y tres lotes del monorraíl, Acciona dos tramos de la línea 2 e Isolux varias estaciones de la línea 4), proyectos de ingeniería (Sener, Idom, Typsa, GPO), señalización (Bombardier España y Siemens Rail, esta en cercanías), billetaje (Indra), tecnología de gestión (Etra en toda la línea 17), mantenimiento (CAF se encarga de la línea 8 de cercanías) y material rodante (200 trenes de CAF en metro y cercanías). Existen otras referencias en Río de Janeiro, Salvador de Bahía, Recife, Belo Horizonte, Porto Alegre y Fortaleza, donde Acciona amplía la línea Este de Metrofor (12,4 km).

// La Marca España juega un papel destacado en el desarrollo de los metros de Lima, Santiago de Chile, Sao Paulo y Quito //

En Buenos Aires (Argentina), con el metro más antiguo de la región, una filial de ACS participa desde hace años en la ampliación del *subte* mediante la construcción de tramos de varias líneas, entre ellas la nueva línea H (12 km), obra suya en gran medida. Ahora ultima la obra de 2,5 km de túneles y dos estaciones de esta línea transversal. Varias consultoras españolas también han asesorado al operador bonaerense. Y en Asunción (Paraguay), una decena de compañías (constructoras, ingenierías y Renfe) han mostrado interés por la primera iniciativa de transporte metropolitano del país, el tren ligero Asunción-Ypacaraí, línea de 74 km cuya financiación se está cerrando. □

CREATING BETTER WAYS TO MOVE THE WORLD

As the global leader in sustainable transport solutions, we are creating better ways to move the world. State-of-the-art interconnected mobility that gets you where you need to go. From innovative high speed trains to metros and trams keeping the urban flow going; and from smart train designs for more passenger comfort to energy and cost saving technologies for sustainable transport. We develop best-fit mobility rail solutions that overcome traffic congestion and restore freedom of movement.

www.
TheClimate
IsRight
ForTrains
.com

BOMBARDIER
the evolution of mobility

Ampliación del canal de Panamá

Ruta para el siglo XXI

María del Carmen Heredia Campos. Fotos: Sacyr

El canal de Panamá, obra innovadora, gigantesca y espléndida de la ingeniería de principios del siglo XX, cumplió cien años en 2014 y está pronta a finalizar la ampliación y equipamiento que requiere la demanda para su uso por naves de un tonelaje muy superior al inicial a fin de atender el comercio entre continentes por la vía más rápida.

♦ Vista de la entrada desde el lado del Pacífico en mayo pasado.

Cuenta España con el honor de ser uno de sus hombres, Vasco Núñez de Balboa en 1513, el primero que atravesó América Central desde Santa María la Antigua, en el Atlántico, hasta la bahía de San Miguel, en el Pacífico, a través del agreste Darien de norte a sur y descubriendo un ansiado camino al mar que él llamó "la Mar del Sur", que evitaba los largos y peligrosos viajes por el estrecho de Magallanes, en la punta de América del Sur, y así establecer una ruta comercial entre ambos mares como parte de la ansiada "ruta de la Especiería". Este hubiese sido el camino oficial si el gobernador Pedrarias no hubiese truncado su carrera y vida y trasladado la capital al oeste, donde fundaba en 1519 la actual Panamá, futuro eje de comunicaciones entre Atlántico y Pacífico por un camino largo, penoso y expuesto.

Durante el reinado de Carlos I se intensifica la búsqueda de un camino norte-sur corto, llano y sin peligro, empresa que no se logra al completo pero que sirve para abrir el Camino de Cruces, del que hay ya constancia en 1534, año de emisión de la real cédula para "hacer el camino por el río Chagre –nombre de un jefe indígena que derivó en Chagres– por donde se podía venir en barcas y bergantines hasta cinco o seis leguas de la ciudad de Panamá y el resto del camino hacerlo con carretas...". Más tarde, bajo el reinado de Felipe II se descarta el proyecto caminero por el temor de que, por el distinto nivel entre los dos mares, se inundase el territorio. Luego, con Felipe III ya en el trono, el temor derivó en la posibilidad de que el enemigo utilizase el camino como vía militar rápida; y posteriormente, en el s. XVIII, los proyectos que hubo tampoco prosperaron, no lográndose un plan decidido hasta los primeros esbozos del modelo de canalización francés, inspirados en el de Suez, cuando Panamá ya era independiente de España desde 1821 y unida a Colombia por voluntad propia.

// El primer proyecto, de Lesseps, el constructor del canal de Suez, fracasó tras 20 años de lucha y frustraciones //

Aquel primer proyecto de un canal a nivel del mar fue dirigido por el diplomático y empresario francés Fernando de Lesseps, constructor con éxito del canal de Suez en 1869, que inauguró las obras de excavación para el canal de Panamá el 1 de enero de 1880 en la desembocadura del río Grande, acceso al canal por el Pacífico. Ese proyecto resultó fallido tras 20 años de lucha, en parte por la gran diferencia geomorfológica entre el trazado egipcio de Suez y el panameño, también por los derrumbamientos en las excavaciones de tierras en la "trinchera de Culebra" (en la sierra de Culebra llamada así por sus numerosas curvas) y en "la

♦ Vapor Ancón, primer buque an atravesar el canal de Panamá en 1914.

Pita" (Cucaracha) y las crecidas del Chagres, y asimismo a causa de la gran mortandad entre los trabajadores de cualquier rango por las fiebres endémicas –amarilla y malaria– de las que aún se desconocía la causa.

Finalmente, Estados Unidos, que ya proyectaba un canal propio por Nicaragua (después de haber descartado la ruta por Panamá) celebra con Panamá la Convención del Canal Ístmico, en 1903, y compra a la compañía francesa viviendas, hospitales, obra ejecutada, materiales, maquinaria y ferrocarril, y a Panamá los derechos para construir en apenas una década el canal, bajo dirección de ingenieros militares estadounidenses desde 1904, inaugurándolo oficialmente el 15 de agosto de 1914 con el recorrido del buque SS. Ancón, aunque en enero ya lo había atravesado la grúa Alexander la Valley sin ceremonias. Costó 375 millones de dólares, incluidos los 10 millones pagados a Panamá y los 40 millones a la compañía francesa. Trabajaron en el canal en esos casi diez años un total de 56.307 personas, la mayor parte de ellas de las Antillas, contabilizándose unos 5.000 fallecidos.

La administración y operación del canal construido y servicios anejos se llevó a cabo por Estados Unidos a través de la Compañía del Canal de Panamá, concesión que duró hasta 1977, año en que se celebró en Washington el denominado tratado "Torrijos-Carter" entre la república de Panamá y los Estados Unidos. Luego se creó la Comisión del Canal de Panamá, en la que recayó el manejo, operación y mantenimiento del canal junto a la provisión de lo necesario para el tránsito fluido de naves por el mismo. En 1999, EE.UU. entregó administración, funcionamiento y mantenimiento del canal a Panamá, siendo la Autoridad del Canal de Panamá (ACP), entidad gubernativa sucesora de la Comisión del Canal de Panamá, la que desde entonces asumió íntegramente su gestión. En 2004 se reforma la constitución con un artículo dedicado al canal que reza así: "El Canal de Panamá constituye un patrimonio inalienable de la Nación panameña; permanecerá abierto al tránsito pacífico e ininterrumpido de las naves de todas las naciones y su uso estará sujeto a los requisitos y condiciones que establezcan esta Constitución, la Ley y su Administración".

> Obra complicada

Parte fundamental del proyecto era la obtención de agua para el canal y las esclusas, por lo que entre 1906 y 1913 se construyó el lago artificial de Gatún con agua dulce aportada por el río Chagres y embalsada

♦ Vista general de las primeras excavaciones en el lado del Atlántico.

mediante la represa de Gatún, hermosa a la vez que útil obra de ingeniería levantada en la desembocadura del río en bahía Limón, en el mar Caribe. El lago Gatún se alza a 26,7 m sobre el nivel de ambos océanos, razón por la que se tuvieron que construir las esclusas, y no por la diferencia entre los dos océanos, que apenas alcanza unos 24 cm. de desnivel entre uno y otro. En el Gatún tributan los ríos que encauzan las lluvias de una gran selva de 130.000 hectáreas de extensión. Cubre un área de 423 km^2 (el mayor embalse español, el de La Serena, en Badajoz, tiene una superficie de 139 km^2), y su construcción obligó a sepultar los antiguos poblados de Gatún y Matachín y restos de antiguas fortificaciones españolas, y a desviar parte de la línea del histórico ferrocarril que atraviesa el istmo de Panamá desde el Pacífico al Atlántico, quedando como testimonio de la existencia de todo ello las cimas de sus montañas, que al emerger se han convertido en islas, la más importante de las cuales es la isla de Barro Colorado.

El recorrido del canal del siglo XX es de casi 80 km (el canal de Suez, 164 km a nivel) desde el Atlántico al Pacífico con una profundidad media de 12,2 m y tres conjuntos de esclusas.

// Cada conjunto de esclusas cuenta con dos líneas de tráfico que permiten el paso de dos naves en la misma dirección o en la contraria //

Cada conjunto cuenta con dos líneas de tráfico gemelas que permiten el paso de dos naves en la misma dirección o en la contraria al estar separadas por un muro central; sus depósitos se llenan o vacían en 8 minutos con 750 millones de litros de agua dulce y están divididos por compuertas que cierran las cámaras. El primer grupo de esclusas, entre el Atlántico y el lago Gatún, lo forman las esclusas de Gatún; luego, a 51 km, se alza el de las esclusas de Pedro Miguel, entre lago Gatún y lago Miraflores, y finaliza con las esclusas de Miraflores, entre el lago Miraflores y el Pacífico. Los barcos hacen un trayecto que esquemáticamente se podría describir como cuesta arriba desde el mar de entrada hasta el lago Gatún y cuesta abajo desde este hasta el mar de salida. Cada esclusa tiene 33,5 m de ancho por 305 m de largo y los mayores barcos aceptados por ellas hasta hoy han sido los buques tipo "panamax" de 294 m de eslora, 32 m de manga y 12,4 m de calado. En el centro de las esclusas se yergue la torre de control.

Los barcos de todo tipo, incluso los veleros, ya que estos no suelen pasar solos sino abarloados (borda con borda) a otros veleros o al tiempo que pasa un mercante, pueden tar-

dar de 8 a 10 horas en cruzar el canal, si bien los trámites obligatorios previos pueden dilatar este tiempo hasta las 24 horas. Son ayudados en su travesía por los remolcadores a la entrada del canal y por las locomotoras –llamadas "mulas"– en el paso de las esclusas, desplazándose sobre raíles en los muros divisorios de estas para evitar que los barcos golpeen contra las paredes laterales de la cámara, tirando de ellos con fuertes cables y enderezándolos. Las compuertas de las esclusas se abren o cierran en poco más de minuto y medio (1'48").

> La nueva ampliación

La construcción de buques mercantes de mucho mayor envergadura y tonelaje de contenedores desde finales de los años 90 –los "post-panamax"– y el aumento del tráfico comercial interoceánico de estos buques por otros lugares más adecuados a sus dimensiones, pusieron de manifiesto la obsolescencia del canal para atraer este tráfico. Se constató la pérdida económica que la caída de tráfico marítimo suponía para el país, retomándose una antigua idea de la ampliación del canal y sus esclusas (obra que comenzó Estados Unidos en 1939 y paralizó por su entrada en la II Guerra Mundial, en 1942). Así, en 2006, el gobierno de Panamá decidió, tras su aprobación en referéndum, la ampliación del canal y la construcción de un tercer juego de esclusas paralelo a los existentes en Gatún (Atlántico), Pedro Miguel y Miraflores (Pacífico). El proyecto buscaba aprovechar las antiguas excavaciones americanas y ofrecer así un canal de tres carriles manteniendo sus tres niveles a cada lado del lago, añadiéndoles lateralmente tres depósitos o tinas por cada nivel para reutilizar el agua desplazada en las maniobras de llenado y vaciado. El proyecto contemplaba también el ensanche y profundización de los accesos de ambos océanos, del cauce de navegación y del emblemático Corte Culebra, con un presupuesto total de 5.250 millones de dólares.

Las obras para ampliar la capacidad del canal de Panamá comenzaron el 3 de septiembre de 2007, mediante la excavación del cauce de acceso al Pacífico y el dragado de cauces existentes y nuevos. En 2009 se convocó concurso de obras para el proyecto "Tercer juego de esclusas", resultando adjudicatario el consorcio Grupo Unidos por el Canal de Panamá (GUPC) compuesto por la unión de las empresas Sacyr Vallermoso (España, 48%), Impregilo (Italia (48%), Jan de Nul n.v. (Bélgica, 3%) y Constructora Urbana S.A. (CUSA, Panamá, 1%), liderado por Sacyr, por un presupuesto de adjudicación de 3.118 millones de dólares (2.244 millones de euros).

Las nuevas esclusas están diseñadas cada una con 426,8 m de largo, 55 m de ancho y una profundidad de 18,3 m, y se han construido para acoger naves de 365,8 m de eslora por 48,8 m de manga y 15,2 m de calado, con un margen máximo de buques de 53 m de manga, si bien los buques americanos que transpor-

♦ Construcción de las nuevas esclusas de Gatún en el verano del 2012.

♦ Trabajos de hormigonado en las cámaras del lado del Pacífico.

tan gas licuado exigirán sumo cuidado a su paso. Esta magna obra cuenta con 16 nuevas compuertas de un peso medio de 3,38 toneladas, fabricadas en su totalidad en Italia en acero estructural por la empresa Cimolai S.p.A., que se diferencian de las existentes al ser rodantes y alojarse en nichos abiertos trasversalmente a los muros del canal para cerrar los depósitos en línea recta, mientras las de las esclusas panamax existentes son abisagradas o de ingletes a los muros y se cierran en uve. Según el complejo de esclusas donde se sitúen, su altura varía de 22,28 m a 33,04 m, siendo las más altas las de Miraflores para afrontar la variación extrema de las mareas del Pacífico, mientras que su anchura frontal es de 8 o 10 m, aunque todas tienen 57,60 m de largo. Tras su compleja inserción en las esclusas se conectan electro-mecánicamente con otros elementos para facilitar su apertura y cierre en un tiempo de entre 4 y 5 minutos. Las 18 tinas laterales al canal para reutilización del agua miden 70 m de ancho y se distribuyen a razón de 9 tinas por cada complejo de esclusas que se llenan o vacían por gravedad del agua de las esclusas o mediante tuberías sumergidas.

El final previsto de las obras era el 21 de octubre de 2014, pero en enero del mismo año se produjo una gran crisis entre la ACP y el consorcio GUPC, según este último a raíz de la deficiente información contenida en los pliegos, en especial la referida a las características y composiciones de los suelos en algunas zonas críticas, como en la de la ataguía, donde se levantó la presa provisional necesaria para los trabajos del nuevo grupo de exclusas en el lado Pacífico, o sobre la calidad de los basaltos para la obtención de áridos y la fabricación en planta de hormigón, así como la metodología para evaluar la durabilidad de este en las esclusas. Tras diversos tiras y aflojas, los trabajos se reanudaron el 20 de febrero pasado después de una interrupción de 15 días, tras alcanzar ambas partes un acuerdo que permite la refinanciación del proyecto mientras las reclamaciones pendientes por sobrecostes siguen el proceso de resolución previsto en el contrato, sujetas al arbitraje de la Junta de Resolución de Disputas.

// La obra actual ha planteado retos tecnológicos sin precedente, desde soluciones sismorresistentes hasta elementos estructurales //

Las obras han continuado desde entonces a muy buen ritmo, de modo que en mayo último su situación era la siguiente: dragado y entrada al Atlántico, completado al 100%; dragado y entrada al Pacífico, completado al 100%; elevación del nivel máximo operativo del lago Gatún de 26,7 a 27,1 m, al 96% de ejecución; dragado del lago Gatún y del Corte Culebra, al 94%, y cauce de acceso al Pacífico, al 87'5%. Por otro lado, la colocación de las 16 compuertas de las esclusas se fi-

♦ En Miraflores las nuevas compuertas alcanzan hasta 33 m de altura y 10 m de grosor.

nalizaba el 28 de abril con la instalación de la octava compuerta del Pacífico. El siguiente paso es ya el de realizar las pruebas necesarias para comprobar que todo el entramado está bien ajustado y funciona correctamente la cámara de flotación, el sistema electromecánico y la apertura y cierre de compuertas para proceder acto seguido a la inundación de las esclusas del Atlántico y del Pacífico, proceso cuya duración se estima de 3 a 4 meses. Todo el conjunto de actuaciones, con las pruebas de operación y tránsito llevará en total de 6 a 7 meses, de modo que el canal esté ya operativo y a pleno rendimiento comercial a principios de 2016.

> Aportaciones tecnológicas

Tecnológicamente, la obra ha planteado unos retos sin apenas precedentes, desde los estudios de sismorresistencia por su proximidad a la falla del Pacífico, a la selección de los materiales y elementos estructurales más idóneos y adecuados al entorno, sin olvidar el despliegue de una sofisticada logística, como la requerida en el traslado de las 16 nuevas y colosales compuertas. De todo ello dan idea algunas de las magnitudes de obra, como el movimiento de tierras –se excavaron más de 62 millones de metros cúbicos de tierras y dragaron otros 7,1 millones de metros cúbicos de lodos–, asimismo se utilizaron 4,5 millones de metros cúbicos de hormigón estructural, además de 1,6 millones de toneladas de cemento, 50.000 toneladas de acero en las 16 compuertas junto a otras casi 20.000 en las válvulas de entrada y salida del agua, según los datos del GUPC.

Sin olvidar el aporte de maquinaria y tecnología punteras en esta magna obra, ya desde sus inicios franceses, hay que destacar también entre los beneficios colaterales la enorme aportación que significó para el estudio de las enfermedades endémicas panameñas. Fueron los americanos los que en su combate contra la malaria y la fiebre amarilla descubrieron los mosquitos que provocaban tan gran mortandad junto a los medios para combatirlos. Ellos dotaron a las instalaciones con agua potable corriente, adoquinaron calles, fumigaron las viviendas de las ciudades de Panamá y Colón y construyeron casas para los obreros en Culebra, en alto, para paliar las condiciones insalubres de la zona pantanosa del canal que atraía a los mosquitos. La malaria fue erradicada en 1905 de la zona del cauce.

Tampoco se puede olvidar la preservación del medio ambiente y la biodiversidad de su entorno forestal, acuático y animal que se ha ido manteniendo y ampliando con el paso de los años y, a pesar del trasiego diario que supone el paso incesante de barcos por el canal y las continuas obras de dragado y mantenimiento, la vida natural en sus orillas se mantiene en condiciones muy similares a las primigenias. Componen su importante patrimonio ambiental la selva tropical que rodea el canal con su flora y fauna donde habitan los indios embera; el Parque Nacional de Chagres, que está protegido y alberga más de 600 especies de pájaros y 50 de mamíferos, entre los que destacan el mono araña, en peligro de extinción y del que se conservan unos 20 individuos en la isla de Barro Colorado, el perezoso de tres dedos o los tucanes. En las orillas del río Chagres se puede contemplar al cocodrilo y al caimán (sorprendentes reptiles para los españoles, que bautizaron el río como "río de los Lagartos"), a la nutria de río o al martín pescador. En la actual ampliación del canal se ha tenido en cuenta la reubicación de la fauna a medida que las obras avanzaban, así como la reforestación de las zonas dañadas, sin olvidar que el reciclaje de agua de las esclusas en las tinas proporcionará una economía hídrica importante al reutilizar el 60 por ciento de este líquido. Por otra parte, la Autoridad del Canal de Panamá suscribió un contrato para la investigación paleontológica con el Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales, que ha hallado 8.862 piezas paleontológicas entre rocas, sedimentos y fósiles. Como aportación al patrimonio cultural, también se han recuperado elementos arqueológicos altamente valiosos, como una daga española del siglo XVI, puntas de flechas precolombinas y otros elementos de valor histórico que han sido restaurados.

♦ Remolque de compuertas al paso de una de las esclusas e instalación de la última de ellas en su cámara.

> Valor comercial

El canal actual atrae el 5% del comercio marítimo mundial (mientras Suez acapara el 8% y admite post-panamax), y por sus aguas navegan 14.000 buques al año –unos 40 tránsitos diarios– número que se elevará a 18.000 barcos al año –de 50 a 52 diarios– con las nuevas instalaciones, pues mientras hoy se pueden transportar 4.500 contenedores con los buques panamax, con las nuevas instalaciones se pasará a transportar 12.000 gracias al paso de post-panamax.

A la financiación de estas costosas obras han contribuido cinco grandes sociedades financieras internacionales que han aportado 2.300 millones de dólares, siendo el mayor partícipe el Banco Japonés para la Cooperación Internacional (800 M$), mientras el funcionamiento y el mantenimiento del canal se vienen financiando con los peajes de sus usuarios de todo tipo y en su mayoría con el aporte de los cargueros de contenedores cuyos elevados costes de paso se calculan en función del desplazamiento del barco y de si lleva o no carga, siendo el peaje medio por mercante de unos 54.000 dólares. Como mera curiosidad, entre los peajes abonados a lo largo de su historia destacan el más barato, pagado por Richard Halliburton, nadador que lo atravesó en 1928 en nueve días por 36 centavos de dólar, y el más elevado, el del carguero MSC Fabienne, que abonó la suma de 317.142 dólares en 2008, si bien el panamax Erikoussa en 2006 había pagado 220.300 dólares para obtener preferencia de paso por el sistema de subasta durante unas obras en Gatún que retrasaban el tránsito de naves. Para la circulación por el tercer juego de esclusas post-panamax ya se estudian las tarifas a aplicar, que serán diferentes de las panamax, y con su nuevo uso el gobierno panameño prevé un aporte total al Tesoro Nacional de cerca de 2 millones de dólares en 2016, ya que por sus nuevas esclusas, también llamadas neopanamax, podrán transitar buques de hasta 170.000 toneladas de peso muerto, así como los buques de gas natural licuado que ahora no pueden hacerlo por sus dimensiones.

Por el canal de Panamá circulan 144 rutas marítimas que se dirigen a 1.700 puertos de 160 países, y los principales clientes que transitan por sus aguas, en toneladas de 2013, son EE.UU. (137: este EU-noreste Asia), a gran distancia le sigue China (46) y tras ella Chile, Japón, Corea del Sur, Perú, México, Ecuador y Panamá (de 28 a 12 t); mientras los productos son granos, contenedores y petróleo y sus derivados. Los beneficios que aporta este paso no solo lo son para la economía y progreso panameños, sino que repercuten también en otros países, en especial los más cercanos, a los que se ahorra mucho tiempo en sus intercambios comerciales entre producción y consumo, constituyendo una vía de comunicaciones inapreciable sobre todo para productos perecederos.

> Viaje por el canal de Panamá

Además de una vía de comunicación comercial de importancia tan considerable, el viaje por el canal de Panamá es un espectáculo inigualable para el excursionista, que en los cruceros turísticos se codea con buques de inacabables altura y anchura que son capaces

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL TERCER JUEGO DE ESCLUSAS

de pasar por las esclusas con menos de medio metro entre su costado y el muro. La travesía turística se puede realizar desde el Pacífico o desde el mar Caribe y, si es desde ese emblemático mar, cuyos primeros visitantes fueron los españoles, la travesía se inicia en el rompeolas de la bahía Limón, enfrente de Colón. Se pasa por el puerto de Cristóbal y se cruzan las tres cámaras de las esclusas de Gatún, de 306 m de longitud cada una, en sentido ascendente con las que la nave se eleva tres niveles (26,7 m equivalentes a un edificio de nueve plantas) y se adentra en el inmenso lago Gatún. Navega hacia el sur bordeando la isla de Barro Colorado declarada en 1923 "reserva biológica" y, desde 1979, "monumento natural" junto con las cinco penínsulas aledañas de Gigante, Peña Blanca, Bohío y Buena Vista, y va a incorporarse al curso del río Chagres. Cuando la línea del Chagres gira en ángulo recto hacia el este, donde está su nacimiento, el canal pasa en su margen izquierda por el Parque Nacional Soberanía, toma el valle del río Obispo en Gamboa hacia el puerto de Culebras y salva la cordillera mediante el angosto Corte Culebra de 13,7 km de largo y 150 m de ancho ensanchado en varias ocasiones y que tanto esfuerzo humano y económico requirió para su excavación. A partir de él empieza el descenso al valle del río Grande, navegando bajo el bello puente atirantado Centenario, del arquitecto Miguel Rosales, y antes de llegar al Pacífico la nave atraviesa las esclusas de Pedro Miguel, que bajan un nivel con respecto al lago Gatún (9 m), el lago Miraflores de agua dulce y las esclusas de Miraflores, que bajan dos niveles (18 m), donde se hallan un centro para el visitante y otro de observación de la ampliación, cruza bajo el puente de arco de Las Américas, construido por la compañía americana John F. Beasley en 1962, y finaliza en el Pacífico al oeste de la ciudad de Panamá, en punta Balboa, enfrente de las islas de Naos, Flamenco, Culebra y Perico. □

♦ En junio de este año dieron comienzo pruebas de llenado y vaciado de las nuevas esclusas.

Breve bibliografía

Barrera, Azael: *El Camino de Cruces. La primera ruta multimodal de las Américas.* Panamá, 2011.

Dumas, M.A.: *Apertura del Canal de Panamá y resultados de los primeros meses de explotación.* ROP, 1915.

Olavarría, M.R.: *El Canal de Panamá.* ICEX, 2008.

Ontiveros, C. y Poza, A.: Del Atlántico al Pacífico. *Revista del CINA* Escuela de Vela.

Centro de publicaciones

Librería de publicaciones oficiales

www.fomento.gob.es

Acciona

Los progresos en la fabricación de grandes estructuras de hormigón permiten la entrega de diques y terminales a medida

Muelles llave en mano

♦ Construcción del Cajón Adriatic en la bahía de Algeciras.

Pepa Martín Mora

La presencia de nuestro país en el sector de la construcción de infraestructuras marítimas se centra sobre todo en Europa, América Latina y África, continentes que han sido el escenario de algunas de las obras de mayor envergadura a nivel mundial.

Son muchas las empresas españolas de ingeniería civil que trabajan más allá de nuestras fronteras en el sector de la construcción de infraestructuras marítimas. Desde la participación en el que es el tercer puerto más grande del mundo, Açu, en Brasil, hasta en el mayor dique flotante para ampliar el puerto de La Condamine, en Mónaco, los proyectos con participación nacional en el exterior son muy numerosos.

> La Condamine

Fomento de Construcciones y Contratas (FCC) y Dragados son las empresas españolas que lideraron, junto con la francesa BEC, la construcción en España y la instalación en el Principado de Mónaco del mayor dique flotante del mundo, proyectado para dar atraque a cruceros de más de 200 metros de eslora. Aunque su verdadero nombre es Puerto de Hércules, popularmente se conoce con el del distrito en el que está ubicado, La Condamine.

La solución dada para ampliar este puerto, una obra realizada en 2002, presupuestada inicialmente en 2.224 M€, pero que debido a las complicaciones técnicas surgidas durante su construcción los costes ascendieron finalmente a un total de 6.560 millones de euros, fue totalmente innovadora debido a que las condiciones geográficas no hacían compatible resolver el proyecto con las técnicas tradicionales.

Se trataba de levantar una estructura de extraordinarias dimensiones, de 352 metros de largo, 24,50 de alto y 28 de ancho, de 165.000 toneladas de peso, de hormigón armado y pretensado, que es la que conforma el elemento principal del dique de abrigo y hace las funciones de puerto de atraque.

Así se consiguió prolongar hasta en seis hectáreas el puerto, todo un desafío para los ingenieros que por primera vez en la historia edificaron una mole de estas características capaz de mantener la estabilidad interior durante al menos, se calcula, que 100 años. Para ello se emplearon, además de 45.000 m^3 de hormigón, 12.500 toneladas de acero, materiales que tuvieron que pasar unos controles exhaustivos para demostrar su durabilidad.

Mónaco no contaba con las instalaciones portuarias adecuadas para la construcción de la estructura, por lo que tuvo que hacerse en el dique seco de Crinavis, en la bahía de Algeciras, y remolcarlo por mar hasta el pequeño Estado por cuatro embarcaciones de grandes dimensiones en un trayecto de 1.500 kilómetros –816 millas naúticas– que duró quince días.

Para construirlo se ejecutó y acondicionó un dique seco temporal de 380x75x20 metros, cuya pared frontal se excavó y dragó para permitir la salida del dique después del llenado del dique seco y de la flotación. Las fuertes exigencias –muros estancos, elevada cuantía de armadura, tolerancias mínimas, etc.– hicieron necesaria la planificación del encofrado a utilizar.

La operación más compleja de todo el proceso fue la unión del cajón a tierra, lo que se hizo por medio de una rótula metálica de 650 toneladas con esfera de 2,60 metros de diámetro, fabricada en las instalaciones de la empresa nacional francesa. Los trabajos duraron más de tres días y en ellos participaron una docena de ingenieros.

Para limitar los movimientos del dique por la acción del mar está unido por la popa al cajón de estribo mediante la citada rótula, y sujeto por la proa por ocho grandes cadenas tensadas de 1.000 toneladas en total ancladas a pilotes metálicos de acero hincados a profundidades entre 50 y 80 metros.

Dragados

Las grandes dimensiones de este dique semiflotante permiten albergar en su interior un estacionamiento de cuatro plantas, todas ellas sumergidas bajo el nivel del mar, con capacidad para aproximadamente 400 automóviles y un almacén para 150 embarcaciones deportivas.

Su superficie está dotada con todos los complementos necesarios para facilitar el atraque de cruceros de más de 200 metros de eslora que anteriormente se veían obligados a atracar en Niza, el puerto más cercano al Principado.

También aloja las nuevas oficinas de la autoridad portuaria, zonas comerciales, paseos peatonales y calzadas para la circulación rodada, mientras que en el extremo norte se ha instalado un faro restaurante.

Además de marcar un hito en el ámbito de la ingeniería civil, este cajón ha transformado el panorama marítimo de este pequeño país, ya que resolvió el problema de la falta de espacio para grandes y medianas embarcaciones. La gran demanda de atraque que ha generado durante estos años ha abierto nuevas posibilidades de desarrollo turístico para el Principado.

♦ Montaje del dique flotante en el puerto de La Condamine (Mónaco). Debajo, instalacción de unos de los cajones del puerto de Açu (Brasil).

> Puerto de Açu

Acciona y FCC han coincidido de nuevo en la ampliación del puerto de Açu, en São João da Barra, en Brasil, uno de los proyectos de obra marítima de mayor envergadura mundial, teniendo en cuenta que ocupa el tercer puesto entre los más grandes, y el primero del continente americano.

El puerto, todavía en ejecución, tiene una capacidad de carga de 350 millones de toneladas anuales, y está ubicado en una zona en la que se produce el 85 por ciento del petróleo y del gas del país, como es la Cuenca de Campos, dentro del complejo industrial del superpuerto de Açu, un área de 90 kilómetros cuadrados que equivalen a 2,5 veces el tamaño de la isla de Manhattan.

Para ambas empresas, participar en una obra de esta magnitud ha supuesto, sin duda alguna, reforzar su experiencia en la construcción de infraestructuras portuarias. Por un lado, FCC ha estado presente en la construcción de la terminal TX1, y Acciona ha sido se-

FCC

Acciona

♦ Traslado de un cajón con destino al puerto de Açu.

leccionada por las empresas LLX-OSX, del grupo EBX, para llevar a cabo la ingeniería, diseño y construcción de los diques exteriores en la terminal TX2 y un astillero.

La terminal TX1 dispone de 17 kilómetros de muelles y 40 puestos de atraque que pueden recibir barcos de hasta 400.000 toneladas de carga, además de un puente de acceso de 3 km de extensión, embarcadero de remolcadores, embarcadero de mineral de hierro, canal de acceso y bacía de evolución, nueve cuñas y profundidad inicial de 21 metros, con expansión para otros 26, y capacidad para mover hasta 100 millones de toneladas de minerales de hierro por año.

Se ha construido para esta terminal un muelle de cajones de 2.483 metros lineales, ejecutados mediante la fabricación y fondeo de 49 cajones de hormigón armado –con eslora media de 45 metros, una manga de 24 metros y unos puntales de entre 18 y 29 metros, así como un peso de 10.000 toneladas– y un dique en talud de 600 metros.

El puerto brasileño carecía de las instalaciones necesarias para la ejecución de los cajones, por lo que los nueve primeros fueron construidos en Algeciras, en Cádiz, y trasladados a Acu en unas embarcaciones semisumergibles –el Black Marlin, de 217,5 metros de eslora y 42 de manga, que se sumergió 12 metros en su casco, y una vez colocados los cajones sobre la cubierta volvió a emerger– en una travesía de quince días de duración y 4.300 millas naúticas de recorrido, que equivalen a los 7.960 kilómetros de distancia que hay entre ambos puertos.

El proyecto ejecutado por FCC también ha incluido el dragado previo del lecho marino, hasta 4.100.000 m³ que han permitido alcanzar una profundidad media de 31 metros, las obras de superestructura para completar los diques y la disposición de equipos náuticos y de balizamiento. El material para la construcción del puerto se ha extraído de la cantera de Itaoca, situada a 70 km de distancia.

En cuanto a la obra en la que participa Acciona, se ha dividido en tres partes o pacotes: Pacote B1: Cais Norte, Pacote B2: Dique Seco, y Pacote B3: Cais (muelle) Interior. Se trata de un puerto exterior de grandes dimensiones que protege la entrada del *estaleiro* de Açu, un gran astillero con un dique seco y 10 km de diques y explanadas para construir plataformas y buques tipo *supply*.

Las obras han consistido en construir el puerto auxiliar para poder acometer el resto del proyecto del puerto, que utiliza los cajones de alineación norte del futuro dique, y mediante la disposición de otros cajones crear un área protegida en forma de C que permita ejecutar el resto de la obra.

// La nueva terminal del puerto de Açu, con 17 km de muelles y 40 atraques, puede recibir barcos de hasta 400.000 toneladas //

Estos primeros cajones se construyeron en el puerto do Forno en Arraial do Cabo, utilizando el cajonero Kugira, propiedad de Acciona, que fue trasladado a Brasil expresamente para su ejecución, y fueron remolcados una vez hechos vía marítima hasta el puerto de Açu.

Acciona también ha construido un dique en talud formado por tramos de escollera y tramos de bloques de hormigón de 15 toneladas, que suman un total de 1.016,53 metros, en dos alineaciones, entre las cuales se ha construido un cierre de hormigón sumergido. La parte del dique en talud norte tiene una longitud total de 433,80 metros, con 16 cajones, de los cuales 11 están ubicados en la primera alineación y 5 en la se-

gunda, y el dique en talud sur, de 582,73 metros, con 26 cajones, de los cuales 11 pertenecen a la primera alineación y 15 a la segunda.

Se ha construido otro dique vertical formado por cajones de hormigón armado, con 66,85 metros de eslora, 24 metros de manga en fuste, 24,20 metros de manga en solera, 21 metros de puntal, calado de 18 metros en bajamar, un espesor de solera de 0,70 metros, y celdas con unas dimensiones de 4,40 x 4,40 metros.

A estos se añaden los diques de encauzamiento –de escollera, con longitudes de 122,94 metros– necesarios para realizar el entroque entre la parte en mar y la parte en tierra sin que se produzcan deslizamientos y aterramientos del canal de acceso.

En cuanto al astillero, la obra ha consistido en la construcción de un dique seco, dos muelles ejecutados con pantallas, pilote (36 km) y anclajes (29 km), y una explanada portuaria (600.000 m^2) con sus áreas de acopio, galerías de servicios, viga cantil y redes de instalaciones.

> Cajón Adriatic

Remolcada por buques y tras una travesía por mar de 21 días, después de atravesar la franja norteafricana, rodear Palermo y la península italiana, la estructura de hormigón para el almacenamiento de gas licuado que Acciona terminó de construir en la bahía de Algeciras, en Cádiz, en el año 2008, quedó definitivamente instalada en su destino, en el mar Adriático, a 17 kilómetros de la costa de Venecia, en Porto Levante, Italia.

Acciona

♦ Instalaciones ya operativas de la terminal LNG sobre el Cajón Adriatic. Arriba, remolque de la terminal desde la bahía de Algeciras.

La empresa española Acciona participó en el proyecto LNG Terminal, el Cajón Adriatic, como subcontratista principal a cargo de las obras civiles de esta plataforma para la que es la primera terminal de gas *offshore* que se ha instalado en el mundo. Los trabajos, que comenzaron a mediados de 2005 en las instalaciones de Campamento, en San Roque, consistieron en la construcción de la plataforma, la instalación de los tanques de gas natural licuado, así como de la maquinaria y el equipamiento de la plataforma.

Acciona también se encargó de la obra industrial, del aislamiento, de las contenciones secundarias de los tanques de gas natural licuado y de la logística de todas las operaciones, además de haber construido todas las instalaciones anexas al campamento base, entre ellas 4.500 metros cuadrados de oficinas.

La estructura, que se asemeja a una isla artificial, está diseñada para resistir diferentes cargas ambientales, como viento, oleaje y seísmos. Consiste en un cajón de hormigón pretensado (GBS) fuertemente reforzado por acero de armar, de 180 metros de longitud, 88 de ancho y 47 de altura, que alberga los dos tanques de almacenamiento de gas con 125.000 m^3 de capacidad cada uno y la posibilidad de distribuir más de ocho millones de toneladas métricas anuales.

Para construir el cajón se ejecutó una losa base en la cual se deslizaron 12,5 metros de altura de paredes en celdas sobre una superficie de 15.840 m^2. Encima de estas celdas se construyó la losa de apoyo del tanque para luego deslizar de nuevo las paredes de cierre superiores, de 33 metros de altura, y cerrar con la losa superior llamada *top side*, sobre la que se instaló la planta de procesamiento de gas, colocando los tanques en el interior del cajón.

// El proyecto Cajón Adriatic ha sido premiado por las medidas de seguridad y prevención de riesgos laborales en su ejecución //

Para la obra civil fue necesario ejecutar más de 220.000 m^2 de paredes realizadas con encofrado deslizante, conjuntamente con la instalación de 56.000 metros de tubería (sistema de bombeo, sistemas de calefacción, etc.) y más de 8.500 unidades de embebidos metálicos en el hormigón para la fijación del liner de recubrimiento de las paredes.

Para el cierre de la losa superior se instalaron 40 vigas prefabricadas de 220 toneladas de peso y 35 metros de longitud, para finalmente cerrar entre ellas un entramado de vigas metálicas y losa *in situ* de hormigón.

FCC

En cuanto a la obra de infraestructura y servicio para Aker Kvaerner Contracting, contratista principal, consistió en provisionar 3.500 m² de oficinas, aparcamiento para 600 coches, cantina para 400 personas, instalación de cinco subestaciones eléctricas con capacidad de 6.300 kW, drenajes del dique seco y provisión de agua potable, así como todos los servicios que requieren los demás subcontratistas del cliente.

Por este proyecto, en el que trabajaron más de 800 personas, Acciona recibió el premio a la Seguridad y Prevención de Riesgos Laborales de Aker Solutions. Es un reconocimiento al compromiso y al esfuerzo de la empresa española por incorporar la gestión preventiva en todas sus actuaciones y desarrollar prácticas en materia de seguridad y prevención de riesgos laborales.

Para ello, previamente sometió a los trabajadores a un programa de formación y a una campaña denominada "que nadie se haga daño", en la que se incluyeron distintos planes de emergencias y la instalación de un centro de salud a pie de obra.

♦ Nuevos muelles del puerto de Igoumenitsa (Grecia). Debajo, puerto de Coco Solo (Panamá)

> Puerto de Igoumenitsa

Grecia es otro de los destinos de los proyectos de FCC, donde en 2003 finalizó las obras del nuevo puerto de Igoumenitsa, una infraestructura centrada en el tráfico de pasajeros a través de conexiones de *ferry* a destinos tanto nacionales como internacionales, y que es uno de los centros de transporte más importantes de la zona occidental del país.

Conocida en la antigüedad como Titán, Igoumenitsa está en la costa noroeste de Grecia. Se trata de una ciudad pequeña y pintoresca, capital de la región de Thesprotia, con mucha actividad turística gracias a sus playas de aguas cristalinas y su paisaje de montaña.

La estructura del muelle construido por FCC está formada por 26 cajones de hormigón armado fabricados en el dique flotante Mar del Teide, con cinco zonas y doce rampas con capacidad de amarre simultáneo.

Las obras consistieron en ejecutar unos 780 metros lineales de muelle, toda una superestructura con su equipamiento –defensas de madera, pilotes, canales de suministros y drenaje de pluviales– para atender hasta a 12 barcos de pasajeros modernos.

Entre los principales trabajos realizados por FCC cabe destacar la colocación de tubos de plásticos verticales de drenaje –geosintéticos– para la aceleración del drenaje de agua para compactar los terrenos, y poder así construir los pilotes de grava en el mar de 750 y 950 milímetros de diámetro en cuadrícula de 2,50 x 2,50 metros y en parajes con parámetros de terrenos con especial dificultad en cuadrícula de 2,00 x 2,00 metros.

Para ello se utilizaron grandes vibradores y agua a presión (*vibraflotation*) y un sistema pionero que permitió encontrar la localización adecuada de cada pilote de grava. Fue necesario excavar de un metro a dos metros de lodo para el saneamiento del fondo del mar, y construir un muro de muelle por medio de 26 cajones alveolares de dimensiones de 9 metros de largo, 30 metros de ancho y 11 metros de alto. Una vez construidos los pilotes de grava se reconstruyeron los diques submarinos.

> Puerto de Coco Solo

Otro de los proyectos de Fomento de Construcciones y Contratas (FCC) en Latinoamérica se encuentra en Panamá, donde actualmente participa en la construcción del muelle de la Terminal de Contenedores del puerto de Coco Solo, en Colón.

Como curiosidad, en el desarrollo de la obra participan decenas de ingenieros y especialistas en cimentaciones procedentes de seis países diferentes de tres continentes distintos, con las importantes diferencias culturales, tecnológicas e idiomáticas que ello conlleva, un hecho que ha implicado un esfuerzo adicional para superar las dificultades en la comunicación.

FCC

Sacyr

La terminal consiste en un muelle de pilotes hincados con tableros de hormigón armado de 616 metros de longitud, con un patio de almacenamiento de contenedores y 9 edificios.

Está construida en los terrenos de la antigua base de submarinos de Coco Solo, ubicada en la entrada del océano Atlántico del canal de Panamá. Contaba con cuatro muelles, se demolieron los muelles 2 y 3 y se construyó una estructura nueva sobre el antiguo muelle 1, al igual que los casi 100 edificios que se alzaban en la zona, que fueron demolidos también para ganar espacio en el que construir las nuevas instalaciones.

En su mayor parte está compuesto de piezas prefabricadas, un 60 por ciento, que se manufacturaron en una planta aledaña al muelle. Todas ellas se curaron a vapor, y se condujeron a una zona de acopio aledaña a la planta de prefabricados, de donde se trasladaron al muelle en el momento de ser montados.

La ampliación del muelle 1 consta de 612 metros de longitud, está dividido en 17 unidades de 36 metros cada una con 28 metros de ancho

Es un punto ideal para transbordo y carga entrando y saliendo hacia y desde la zona libre de Colón, y desde la entrada atlántica del canal de Panamá da servicio a los mercados regionales del Caribe, América del Norte, Central y Sur con embarques originados principalmente en el Lejano Oriente.

♦ Ampliación del puerto de Praia (Cabo Verde). Debajo, nuevo espigón del puerto de Sines (Portugal).

> Puerto de Praia

Cabo Verde es uno de los nuevos mercados hacia los que Sacyr ha dirigido la internacionalización de su actividad constructora. La ampliación y modernización del puerto de Praia ha supuesto para la empresa española de construcción, servicios y energía reforzar su presencia en el continente africano, donde ya contaba con una importante cartera de obras.

El contrato ha incluido la segunda fase de expansión y modernización del puerto, incluyendo la prolongación del muelle número uno, la construcción del parque de contenedores y de un rompeolas, y el dragado de la cuenca.

El proyecto de este puerto ubicado en la isla de Santiago, el mayor contrato para esta infraestructura marítima promovido hasta el momento, se ha ejecutado en dos fases, una primera con un presupuesto de 64 M€, entre los años 2008 y 2010, y una segunda con 72 millones, realizada entre los años 2010 y 2013.

La primera fase ha consistido en la recuperación del complejo Muelle 2. Para ello se ha ejecutado un rompeolas con prisma con roca, se han rellenado de cavidades en los bloques del muelle, el tratamiento y demolición de la viga superior existente, el retiro del equipo del muelle, el refuerzo de los elementos de hormigón armado, la ejecución de conductos técnicos y la instalación de los equipos del muelle.

La empresa española también se ha encargado de la construcción de un área denominada Cargo Village, que incluye espacio para almacenamiento de contenedores, carga y oficinas administrativas, así como de la construcción de la vía de acceso, que es la carretera que une el puerto, el área Cargo Village y la carretera de circunvalación de Praia.

En la segunda fase se ha acometido la rehabilitación y ampliación del muelle 1, de 233 metros. Las obras han consistido en la pavimentación del patio para contenedores, construcción de una escollera, dragado para fijación de los fondos a una cota de 12 con el fin de permitir el amarre de las embarcaciones, y el complejo del parque de contenedores que comprende la carretera de acceso, las infraestructuras y el edificio de control.

> Puerto de Sines

Portugal es otro de los destinos de la internacionalización de Sacyr, que ha participado también en la ampliación y extensión de 1.100 metros del espigón este en dirección sur del puerto de Sines, una infraestructura que durante estas últimas cuatro décadas ha experimentado diferentes obras de modernización.

Sacyr

Ubicado a unos 180 kilómetros al sur de Lisboa, en el distrito de Setúbal, región del Alentejo, es el puerto más importante de la costa atlántica del país vecino. A su estratégica localización geográfica suma la profundidad de sus aguas, característica que permite a esta infraestructura recibir a los mayores navíos del mundo de transporte de contenedores.

Su construcción, que data de 1973, ha hecho posible que lo que era un pequeño pueblo de pescadores se haya convertido en un punto neurálgico en las comunicaciones por mar y en la principal puerta de entrada de abastecimiento energético de Portugal. Ahora, con la ampliación del canal de Panamá, las previsiones son que este puerto sea la principal puerta comercial de Europa.

Funciona todos los días del año durante las 24 horas, y entre los servicios que presta están el control del tráfico marítimo, practicaje, remolque y amarre, control de acceso y vigilancia, agua potable, prevención de accidentes y contaminación marina, y reparación de barcos tanto a bordo como en tierra.

Este muelle Este, en cuya ampliación ha participado Sacyr, dispone de 2.200 metros, posee profundidades naturales no sujetas a la sedimentación, por lo que está preparado para recibir navíos de gran tonelaje debido a la inexistencia de restricciones de fondo.

La obra ha exigido la ejecución de dragados y voladura de rocas, enroscamientos con bloques de 600 y 710 kN para los mantos de protección y hormigón en la superestructura. Para ello se han necesitado 41.000 m^3 de dragado, además de 37.000 m^3 de hormigón para la superestructura, se ha procedido a la voladura de más de 36.000 m^3 de roca, se han prefabricado y colocado hasta 17.900 unidades de bloques Antifer de 600 kN, así como otras 2.100 unidades de 710 kN.

La necesidad de esta ampliación se debe a que Sines ha experimentado un incremento espectacular en su tráfico de contenedores durante los últimos años, que ha alcanzado los 931.035 TEU en 2014 frente a los 553.063 del año anterior, casi el doble. Este crecimiento se ha producido tras el desvío de barcos con escalas previstas en otros puertos europeos y que han optado por los muelles lusos en busca de menores costes de escala.

> Puerto de Funchal

En Portugal encontramos de nuevo otro de los proyectos internacionales de Sacyr, como es la construcción del muelle de cruceros del puerto de Funchal, en la isla de Madeira, en el archipiélago de las Azores. Actualmente es eminentemente turístico pero fue lugar de paso hasta la II Guerra Mundial de los grandes buques oceánicos debido a su posición en el centro del Atlántico, ya que era una importante escala de las rutas entre Europa, África y América.

Cuenta por ello con un tráfico muy importante de cruceros debido al atractivo turístico que ofrece el archipiélago portuqués. Está integrado en los circuitos que se realizan entre Madeira, las islas Canarias y el

Sacyr

♦ Puerto de Funchal en la isla de Madeira (Portugal).

norte de África, aunque existen también algunas líneas de tráfico que operan desde el Mediterráneo occidental o desde la franja atlántica de Europa, principalmente desde Lisboa, además de constituir una escala importante de los viajes transoceánicos.

La nueva terminal construida por Sacyr, ubicada, por una lado, en una bahía rodeada por el mar, y por otra, entre montañas, a las afueras de la catedral de Sé, está a poco menos de 15 minutos andando del centro de la ciudad. El alto número de pasajeros que visita Madeira disfruta ahora de mejores condiciones y accesos de confort y seguridad, lo que permite más rapidez y eficacia en las operaciones de embarque y desembarque, hecho que redunda en el cumplimiento de las medidas de seguridad internacionales.

Con un presupuesto de casi 18 millones de euros, la empresa española ha construido esta nueva zona de amarre de 322,35 metros de longitud con una profundidad operativa de –8 metros (cero hidrográfico). Este frente se compone de una zona continua de aproximadamente 271,15 metros por 26,6 metros de ancho, complementada por dos duques de alba de atraque y amarre separados por 13,80 metros y 12,60 metros respectivamente.

La estructura está formada por un conjunto de 17 cajones de hormigón armado, de cuatro tipos diferentes. Las cantidades que se han utilizado para ello han sido 14.902,52 m^3 de hormigón, 1.881,9 toneladas de armaduras, 130.000 m^3 de dragado, 66.171 m^3 de enrocamiento, 50.784 m^3 de hormigón *in situ*, y 15.284,68 m^3 de hormigón en la superestructura.

// La nueva terminal de Sines asegura una mayor rapidez en las operaciones de los cruceros //

Aldesa

Aldesa

♦ Dos vistas de la recuperación del espacio Costa Verde en Lima (Perú).

> Malecón de Lima

Lima, en Perú, es el destino de la internacionalización de otra de las más importantes empresas de ingeniería civil españolas, Aldesa, que ha participado en numerosas obras marítimas en distintos países del mundo, en los que ha construido puertos, paseos, pavimentación de muelles y viales, rehabilitación del borde marítimo, consolidación de acantilados, recuperación de playas, ampliación de muelles y dársenas.

En la capital peruana ha realizado uno de los proyectos más importantes de los últimos años, como ha sido la mejora del malecón de Costa Verde para la Empresa Municipal Administradora de Peaje de Lima (EMAPE), dependiente de la Municipalidad Metropolitana de la ciudad.

La obra, que forma parte de otra de mayor envergadura como es el proyecto "Costa Verde para todos", ha servido para recuperar un espacio de 3,1 km de longitud que se ha convertido en una zona integradora de actividades y en un referente urbano para los habitantes de los distritos de San Miguel y Magdalena del Mar, en una zona de gran atractivo paisajístico y con acceso al mar.

Esta zona del litoral había sido sometida a un relleno con desmonte y basura sin regulación alguna durante años, por lo que su composición era poco homogéna y de baja calidad edificatoria desde el punto de vista de la resistencia de suelos. Estaba elevada unos 15 m sobre el nivel del mar, por lo que se tuvieron que realizar trabajos de refuerzo en la base del acantilado que consolidara y defendiera la plataforma ganada al mar, que estaba sometida de forma constante a la erosión del agua.

Hasta antes de la mejora, finalizada en 2013, el malecón era un espacio inseguro y descuidado. Ahora es un lugar de esparcimiento en el que se han construido paseos peatonales de borde, pista de trote, una ciclovía longitudinal, plazas, servicios higiénicos, kioscos, módulos de atención y seguridad, mobiliario urbano, espacios preparados para realizar eventos, se ha añadido zona arbolada y vegetación, y se ha dotado de iluminación.

El malecón costero tiene un ancho de 6 metros, construido con cemento frotachado y bruñado, el paseo de trote, de piso de arcilla estabilizada, 1,80 metros de ancho, y la ciclovía otros 3 metros de ancho, medidas que suman una sección continua de 10,80 metros. En toda la longitud de la infraestructura se ha dejado una distancia de seguridad mínima de 5 metros contra el borde del talud.

La ciclovía, de doble sentido, no tiene una función integradora de transporte para poder ir de un punto a otro, es simplemente un elemento recreativo en el que no se alcanzan velocidades por encima de los 15 km por hora, y que va paralela al malecón integrándose cada cierto tramo en plazoletas y plazas intermedias.

// La obra de Costa Verde, en Lima, ha recuperado una zona degradada, convirtiéndola en un referente urbano de gran atractivo //

Estas plazoletas son de distintas características y dimensiones, unas triangulares, otras cuadradas, y en todas ellas se ha realizado un tratamiento paisajístico con plantas nativas, y se ha colocado mobiliario e infraestructura urbana complementaria como elementos integradores: quioscos, aparcamientos para bicicletas, bancos, pérgolas, papeleras, servicios higiénicos, con wc y duchas, etc., todos ellos fabricados y construidos en materiales y acabados resistentes a la humedad.

También ha sido necesario construir un puente peatonal, formado por vigas prefabricadas isostáticas, que cuenta con una sección de 4,20 m, compuesto de tres tramos, los dos del extremo con una pendiente del 8 por ciento y un gálibo en la parte más baja de 5,6 m. □

Revista del Ministerio de

Fomento

VIADUCTOS SINGULARES DEL SIGLO XXI

(CARRETERAS)

MONOGRÁFICO
Julio-Agosto 2013

PVP: 3 €

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

SOLICITE SU EJEMPLAR EN TELF. : 91 597 53 85 / 53 91
Por fax: 91 597 85 84 (24 horas)
Por correo electrónico: cpublic@fomento.es

LBJ Highway, Dallas, USA. Construction Project

Port of Açu, Brasil. Detailed engineering

PROES

GRUPO EUROCONSULT

www.proes.es

FCC

Viaductos internacionales emblemáticos con sello español

Pasos de gigante

Julia Sola Landero

Levantar puentes supone superar desafíos estructurales de considerable complejidad. Más aún cuando se trata de salvar una geología adversa o de enfrentarse a enclaves castigados por vientos, mareas o movimientos sísmicos. Para superar los mayores retos que presentan las geografías imposibles, la ingeniería civil española ha dado pasos de gigante en los últimos años, tanto en lo que se refiere a la mejora y tratamiento de materiales como a los procedimientos constructivos de los grandes viaductos.

♦ Viaducto de Basarab, Bucarest.

En algo más de una década, las constructoras españolas han levantado fuera de España más de dos millones de metros cuadrados de puentes adaptados a todo tipo de situaciones y con todas las tipologías posibles: atirantados, en arco, ejecutados *in situ*, empujados, mediante voladizos sucesivos o utilizando las mayores grúas del mundo.

Acaparan récords y numerosos reconocimientos internacionales, y algunos de ellos son iconos del país donde se encuentran, quizá porque la mayoría de las veces su construcción ha exigido enfrentarse a situaciones de complicado abordaje y han requerido estructuras muchas veces espectaculares, que han servido para potenciar las conexiones del tráfico de carretera o ferroviario en enclaves estratégicos. Por eso, son abundantes los ejemplos de estructuras emblemáticas con firma española. Es el caso del puente Nueva Europa sobre el Danubio, el viaducto de Basarab en Bucarest, el puente sobre el río el río Corgo, en Portugal, o el puente sobre el río Vístula en la ciudad de Kwidzyn, en Polonia. O el impresionante Ting Kau, en China; el puente sobre el canal de Beauharnois, en Canadá; o los espectaculares viaductos sobre el río San Marcos, en México o el de Amolanas en Chile, entre otros muchos, repartidos, sobre todo, por el territorio de la Unión Europea, América y Asia.

> Norte de Europa

En el norte del viejo continente, las compañías españolas han tenido que enfrentarse a enclaves de enorme complejidad. En el Firth of Forth, en Edimburgo (Escocia), el estuario donde las aguas del río Forth se confunden con el impetuoso mar del Norte, se pueden contemplar tres siglos de ingeniería civil en una sola estampa: el emblemático puente metálico ferroviario Forth Rail Bridge, prodigiosa infraestructura de 1890, declarada monumento nacional y candidata a convertirse en Patrimonio de la Humanidad; el Forth Road Bridge, abierto en 1964, que en su día ostentó el título de puente colgante más grande de Europa; y el que actualmente construye la empresa española ACS en colaboración con la alemana Hochtief, asociadas bajo el nombre de Forth Replacement Crossing, y que se abrirá en otoño de 2016.

Los tres viaductos llevan en sus estructuras la tecnología punta de su época. Y los tres conectan el noreste y el sureste de Escocia salvando las anchurosas aguas del estuario. El nuevo viaducto reforzará una conexión estratégica en la red vial del Reino Unido y aliviará la congestión de tráfico existente, en una zona donde conviven activamente numerosas poblaciones, complejos industriales y muelles comerciales.

El puente con firma española es la infraestructura de transportes más grande de Escocia y uno de los mayores proyectos de infraestructuras de Europa. Y, con sus 2,7 km de longitud, también puede presumir de ser el puente atirantado más largo de tres torres en el mundo.

Con un tablero de 40,6 m de anchura y tres carriles por sentido de tráfico, tiene un tramo principal atirantado de 2.100 m, y dos viaductos de aproximación que completan la longitud total. Está formado por tres torres de hormigón construidas con encofrados autotrepantes, de entre 200 y 210 m de altura y accesos para servicio y mantenimiento, que incluyen ascensores.

UTE Boca Oest

♦ Acceso a túnel en el puente de los dos Valiras, en Andorra.

La superestructura consta de dos vanos de 650 m de longitud cada uno, a 60 m sobre el nivel del mar. El viaducto de aproximación del lado sur consta de 543 m longitud con vanos de 87 m. El del lado norte consta de 203 m de longitud y está formado por un vano de 104 m y otro de 99 m.

También en Reino Unido se desarrolla otra obra con firma española. En octubre de 2014 comenzaron los trabajos para construir un puente atirantado, que salva el estuario del río Mersey entre las localidades de Runcorn y Widnes, en las cercanías de Liverpool. Tendrá 2.250 m de longitud, seis carriles, una altura de 125 metros, una luz máxima de 318 m y 43 de anchura variable de tablero. Cuando en el último semestre de 2017 se abra al tráfico, pasarán por él unos 80.000 vehículos cada día.

En junio de 2013 la española FCC resultó adjudicataria del contrato de proyecto, obra y mantenimiento a través de los dos consorcios en los que participaba junto a los socios Bilfinger y el gigante australiano de la construcción Macquarie. El proyecto incluye la construcción y mejora de 7 km de las carreteras adyacentes, la ejecución de 2,5 km nuevos de autopista, la mejora de otros 4,5 km, y la instalación de los puestos de peaje en los accesos del puente y la concesión durante 30 años.

El nuevo viaducto, cuyo diseño ha sido merecedor del Premio Infraestructura Europea de 2014, se construye al este del Silver Jubilee Bridge –inaugurado en la década de los 60– y que en la actualidad presenta importantes problemas de tráfico. Las obras comenzaron con la llegada de tres embarcaciones al estuario del río Mersey, utilizadas a modo de plataformas para la construcción de los encepados para ejecutar los tres pilonos que forman la parte central atirantada, de 1.000 m, del puente.

En Irlanda, Ferrovial ha construido el Monastery Road Bridge, un puente urbano con arco de un solo vano construido en acero y hormigón, que salva la M-50, principal vía de circunvalación de Dublín. Dos arcos paralelos independientes. Su longitud, 62 m y su anchura, 20 m con dos carriles para vehículos, dos para bicicletas y dos para peatones en voladizo en los bordes del tablero.

También en Irlanda, la misma compañía española ha construido el primer puente extradosado del país, sobre el río Erne, y que forma parte del proyecto de mejora de la carretera N-3 a su paso por el condado de Cavan. Su estructura está formada por una losa aligerada de hormigón de 17.1 m de anchura con forma de vientre de pez, y dos parejas de pilonos, también de hormigón, de 16 m de altura, que fijan el paso elevado de los cuatro tirantes pasantes a diferentes alturas a través de sillas, elementos que se valen de la fricción para materializar un punto fijo en los tirantes y evitar así su deslizamiento. El puente fue premiado en 2014 por la Asociación Irlandesa del Cemento.

// Viaductos como el de Liverpool o puentes como el del río Erne han merecido diversos reconocimientos internacionales //

Acciona

Dragados, en colaboración con Ascon Limited, construyó en 2009 el puente atirantado de Waterford, sobre el río Suir (Irlanda). El puente se inserta en uno de los tramos de autopistas de peaje, en el del "by-pass" de la ciudad de Waterford, situada en el sureste del país, cerca de la costa y a mitad de camino entre Dublín y Cork. Se trata de un puente atirantado de más de 200 m de luz principal con una única torre en la margen derecha, de hormigón y más de 100 m de altura. Proyectado por el estudio Fernández Casado, se trata de un puente extraordinariamente esbelto y ligero: tiene tres vanos traseros de luces 42, 66,5 y 91,5 m y dos vanos delanteros: el principal de 230 m y un vano de aproximación de 35 m, todo ello con una longitud de 465 m.

♦ Arriba, puente Infante D. Enrique, Oporto. Debajo, puente Beauharnois, Canadá.

Acciona

> Europa del este

En países del este europeo como Rumanía, Bulgaria y, sobre todo, Polonia, al calor de su crecimiento económico, la ingeniería española ha ejecutado algunos de sus proyectos más emblemáticos. Es el caso del puente Nueva Europa sobre el Danubio, entre Bulgaria y Rumanía. Abierto en 2013, es una de las infraestructuras de transportes más estratégicas del sureste de Europa y una pieza clave que forma parte del corredor IV paneuropeo que mejora las conexiones entre el centro y el este del viejo continente.

El impresionante viaducto canaliza el tráfico de carretera y ferroviario a lo largo de sus 1,791 km de longitud, y salva el generoso cauce del río entre la ciudad búlgara de Vidin y la rumana de Calafat. Hasta su entrada en servicio, ambas ciudades solo estaban comunicadas a través de un ferry –que no partía hasta completar su pasaje–, dado que el único puente operativo, construido por la Unión Soviética en 1954 está a unos 300 kilometros aguas abajo, en la localidad rumana de Rouse. A día de hoy, 100.000 vehículos cruzan anualmente el nuevo puente; un tráfico que se genera mayoritariamente entre Grecia, Macedonia o Turquía, y Alemania, Polonia, República Checa, Hungría o Eslovaquia.

Proyectado por el estudio Fernández Casado y ejecutado por FCC, es un ejemplo de economía y funcionalidad, cuyo diseño ya ha cosechado varios premios internacionales. Es un puente atirantado con tres vanos principales y tres estructuras claramente diferenciadas: puente sobre el canal navegable, otro sobre el canal no navegable y el puente de acceso ferroviario. Su tablero se distribuye a ambos lados de una isla central y permite, en el lado rumano el paso de embarcaciones, mediante tres canales y una luz media de 180 m. La parte que cruza el ramal secundario del río tiene una luz de 80 m, y el puente de ferrocarril está formado por una estructura de 8,6 m de anchura.

Su estructura mixta consigue conjugar el tráfico por carretera y ferroviario con la mayor elegancia y sentido práctico, dado que los trenes circulan en el eje central del tablero entre las vías de la carretera –lo que evita desequilibrios transversales de carga– entre dos líneas de defensa flanqueadas por tirantes. Durante el cruce del brazo principal del río, la rasante del puente de carretera coincide con el de ferrocarril. A partir de la isla, la carretera desciende hacia el lado búlgaro y el ferrocarril asciende suavemente sobre la estructura soportada por dos pilares apoyados en el puente principal de carretera, y que se va despegando de esta y vuela sobre ella cuando los trazados se cruzan. Una vez pasado el cruce sobre la carretera, el puente ferroviario sigue y abandona el trazado de la carretera con total fluidez y facilidad.

También FCC ejecutó en 2011 uno de los proyectos de mayor envergadura realizados en los últimos 30 años en Rumanía: el viaducto de Basarab, en Bucarest, que salva vías de ferrocarril. Con una longitud de 1.750 m, la estructura salva las vías de ferrocarril de la estación de Bucarest, canaliza el tráfico de automóviles y tranvía, y cuenta con un intercambiador tren-tranvía.

La estructura del puente está formada por un tramo central por donde discurre el tranvía y dos carriles para automóviles situados a ambos lados. Es un puente atirantado desde una sola torre con una luz de 340 m. Del tramo principal que salva la playa de vías cuelgan las rampas de acceso. La anchura del puente es variable, de 37,88 m a 43,38 m, y el tablero, de 168 m de luz, se soporta por 15 parejas de tirantes.

Se trata de una estructura singular cuya mayor complejidad reside en que literalmente se encaja en el abigarrado escenario urbano, y en que tiene una planta irregular, con rampas de acceso que entran y salen del dintel por su parte inferior. Además, se encuentra en una zona sísmica y soporta dos tipos de carga: carretera y tranvía, además del intercambiador. Quizá por eso ya se la considera una obra de referencia en el país.

En Polonia, Ferrovial, a través de su filial polaca, Budimex, construyó en 2013 un viaducto sobre el río Vístula en la ciudad de Kwidzyn, al norte del país. Combina la estructura de un puente atirantado y uno de vigas pretensadas, tipología de la que solo existen ejemplos similares en Japón y Suiza, por lo que en Polonia su construcción ha sido una experiencia pionera. Es un viaducto extradosado que alcanza una altura de 130 y 204 m, y una longitud de 808 m, y forma parte de los nuevos accesos a la carretera nacional 90. El proyecto fue galardonado en el concurso Maximillian Wolff Bridge Constest convocado por la publicación de ingeniería *Mosty*, que reconoce las mejores y más innovadoras soluciones de ingeniería llevadas a cabo en el país.

También en Polonia, Acciona, junto a su participada Mostostal Warszawa, ha construido uno de los diez mayores puentes atirantados de hormigón del mundo: el puente sobre el río Odra, que forma parte de la carretera de circunvalación de Wrocław, al oeste de Polonia, y que enlaza la autovía A-4, la autovía S-5 a Poznan y la carretera S-8 a Varsovia.

La estructura, levantada en 2010, consta, por un lado, del puente atirantado con una longitud de 612 m construido sobre el cauce principal del río, y, por otro, de dos pasos elevados de aproximación de 611 y 521 m de longitud respectivamente, lo que suma un total de 1,75 km. La pila central ostenta un récord: con 122 metros de altura es la más alta del país.

En Varsovia, Acciona también participó en la construcción del puente Siekierkowski sobre el Vístula, inaugurado en 2002. Un puente atirantado, de 500 m de longitud y 22 m de anchura premiado por el Ministerio de Infraestructuras polaco en la categoría de Arquitectura y Construcción; y el puente de Wolin sobre el río Dziwna, terminado en 2005. Dotado de un arco metálico de 25 m de altura, está formado por un vano principal de 180 m de longitud y 12,8 m de anchura, suspendido sobre el río Dziwna mediante 104 tirantes. Es la mayor infraestructura de este tipo en Polonia.

Sacyr

Sacyr

♦ De arriba abajo, viaducto de Amolanas, Chile, y viaducto de Noce, Italia.

> Italia, Portugal y Andorra

En Italia, Sacyr participa en la ejecución de una de las obras más complejas del país. Un tramo de la autopista DG-48 Salerno-Reggio Calabria, una de las más importantes de Italia, que incluye la ejecución de varios viaductos. A 100 kilómetros de Salerno, se encuentra el tramo del "Macrolotto 2", uno de los más complejos de Italia, donde la firma española ha construido 31 km de nueva autovía. El tramo discurre entre el viaducto Calore y el enlace Lauria Norte, una zona de montaña cuya compleja orografía ha supuesto un auténtico desafío técnico, pues ha obligado a levantar nada menos que 38 nuevos viaductos con una longitud total de 12,2 km, 11 nuevos túneles

dobles y 8 dobles falsos túneles que suman más de 17 km de longitud. Entre los viaductos más singulares se encuentran el Albanese (222 m), Secco (324 m), Noce (498 m), San Francesco (502 m) y Serra (235 m), este último con 125 metros de altura máxima.

Al norte de Portugal, cruzando el valle del río Corgo, se encuentra el segundo viaducto más alto de Europa. La infraestructura fue ejecutada por la UTE formada por la compañía española FCC y las portuguesas Soares da Costa y RRC. UTE encargada también de la construcción de la autopista Transmontana entre Vila Real y Bragança, que forma parte de la red Transeuropea de Transportes y conecta la autovía A-4, con origen en Oporto, con la frontera española. El contrato, ejecutado entre 2008 y 2013, incluyó el diseño, construcción y mantenimiento durante 30 años de la nueva autovía que suma 194 km y comprende 32 km de nueva construcción, 106 de desdoblamiento y 56 km de acondicionamiento de la actual IP4.

La orografía abrupta y con pronunciadas pendientes del norte del país vecino, hizo que los enlaces de la autovía IP4 se tuvieran que ajustar para adecuarlos a la nueva autopista, mediante la construcción de 17 puentes, entre los que se encuentra el puente sobre el río Tinhela con 780 m de longitud y una altura de 220 m, y el viaducto del Corgo, cuyas aguas van a parar al Duero y que, en su encuentro con la autopista, discurre encajonado en un profundo valle.

// En Portugal, algunos puentes levantados por firmas españolas baten récords, como el Infante Don Enrique, sobre el río Duero //

Con 2.790 m de longitud y una luz principal de 300 m, el viaducto salva tres carreteras y una línea férrea. Es un puente atirantado con pilares de 130 m de altura y dos mástiles que se elevan 63 m sobre el tablero que salva las aguas fluviales con una altura máxima de tablero sobre el río de 230 m, lo que lo convierte en el segundo viaducto más alto de Europa.

También en el país vecino Acciona construyó en 2002 sobre el río Duero el puente Infante Don Enrique. La estructura reemplazó la cubierta superior del puente de Luis I, reconvertido tras la construcción de una de las líneas del Metro de Oporto. El puente, con un solo arco, una longitud de 371 m y una anchura de 20 m, es récord mundial en su tipología por su relación arco-flecha de 11,2 m. Se levanta en el centro de la zona histórica conectando los barrios de Fontainhas de Oporto y Serra do Pilar de Vila Nova de Gaia.

Y algo más al norte, en Andorra, una de las obras públicas de mayor envergadura acometidas en el país pirenáico, son los puentes de acceso oeste al túnel que comunica el río Valira del Nord con el río Valira d'Orient. Los puentes se despliegan a la salida del túnel desdoblado, lo que hizo necesaria la construcción de dos estructuras. Proyectados por el estudio de Fernández

Dragados

♦ Puente de Waterford, Irlanda.

Casado, los puentes se han levantado mediante una estructura de hormigón pretensado dividida en seis tramos unidos entre sí a través de articulaciones a media madera.

Con un diseño notablemente singular, que se adapta con elegancia a una orografía sin concesiones, los puentes terminan en una rotonda de gran diámetro situada en su mayor parte a bastante altura sobre el suelo, en un terreno muy accidentado, lo que obligó a hacerla elevada en su mayor parte.

> China

En China, el país de las infinitas posibilidades para la construcción de infraestructuras espectaculares, se alza el puente Ting Kau para dos carreteras, en Hong Kong. Es uno de los pocos puentes atirantados multivano que existen en el mundo, y sus 1.177 m de longitud hacen de él uno de los puentes en su tipología con mayor longitud. Su diseño también tiene otra singularidad: sus tres torres de una sola pierna, con alturas de 170, 194 y 158 m y diseñadas para resistir tifones, están estabilizadas por cables transversales como mástiles de un barco de vela, mediante cables de 465 m, los más largos utilizados en un puente.

Construido por la UTE Ting Kau Contractors Joint Venture de la que formó parte Acciona, el de Ting Kau es uno de los tres viaductos de gran luz que conectan el nuevo aeropuerto con la ciudad y el continente. Una impresionante estructura levantada en 1998 que forma parte de la Ruta 3, que conecta el noroeste de Nuevos Territorios con la Isla de Hong Kong. De todos los puentes situados en una zona con una enorme actividad, el de Ting Kau es el que soporta el tráfico más pesado: cientos de camiones de gran tonelaje pasan cada día por su estructura entre China continental y el puerto de Hong Kong.

Otro viaducto en el país oriental con firma española, es el de Lai Chi Kok (Hong-Kong), construido por Acciona en 2008. Forma parte de la Route 8, que une el aeropuerto internacional de Chep Lap Kok con Satín, una zona urbana e industrial con elevadísimos niveles de tráfico. Se trata de una estructura de 1,4 km de longitud, con cuatro ramales de acceso y salida, construida en su mayor parte por el sistema de voladizos sucesivos prefabricados de hormigón. El proyecto contó con un plus mediambiental, al utilizar hormigón reciclado para rellenar zanjas, terraplenes y muros de contención, lo que ha evitado depositar un gran número de residuos inertes en vertedero y el empleo de nuevos recursos naturales. El proceso de reciclaje se llevó a cabo mediante la utilización de una planta móvil ubicada en obra en donde se reciclaron unas 15.000 toneladas de hormigón.

Récords con firma española

El puente sobre el estuario del río Forth, en Edimburgo, es la infraestructura de transportes más grande de Escocia y uno de los mayores proyectos de infraestructuras de Europa. Con 2,7 km de longitud, es el puente atirantado más largo de tres torres en el mundo.

El puente atirantado sobre el río Corgo, en Portugal, cuenta con pilares de 130 metros de altura y una altura máxima de tablero sobre el río de 230 metros, lo que lo convierte en el segundo viaducto más alto de Europa.

El viaducto de San Marcos (México) con una pila principal 208 metros, es la de mayor altura de todo el continente americano, y solo superada en todo el mundo por las del viaducto de Millau (Francia), de 343 metros.

El puente del Infante Don Enrique, en Oporto (Portugal) con un solo arco, una longitud de 371 metros y una anchura de 20 metros, es récord mundial en su tipología por su relación arco-flecha de 11,2 metros.

El viaducto de Amolanas (Chile) destronó en el año 2000 al puente del Malleco, que con 85 metros de altura, presumía de ser el puente carretero más elevado del país. La estructura se alza 100,6 metros sobre la profunda quebrada del río.

El viaducto sobre el canal Beauharnois, es una de las primeras estructuras empujadas de Canadá, y el segundo puente empujado más largo del mundo.

El puente sobre el río Odra (Polonia) cuenta con una pila central que, con 122 metros de altura, es la más alta del país. Es uno de los diez mayores puentes atirantados de hormigón del mundo.

El puente Ting Kau para dos carreteras, en Hong Kong (China), es uno de los pocos puentes atirantados multivano que existen en el mundo, y sus 1.177 metros de longitud hacen de él uno de los puentes en su tipología con mayor longitud.

En Colombia. el recién adjudicado puente Pumarejo sobre el río Magdalena en la ciudad de Barranquilla, con 2,28 km, será el viaducto más largo y la mayor obra pública realizada en ese país.

FCC

♦ Viaducto entre Vidin (Bulgaria) y Calafat (Rumanía).

> Canadá

En otro país de oportunidades, Canadá, también hay notables estructuras con sello español. Es el caso de la autopista A-30 que circunvala el área metropolitana de Montreal. Con 42 kilómetros de longitud y dos carriles por sentido, fue ejecutada para reducir el tráfico que atravesaba la isla donde se emplaza la segunda ciudad de Canadá. La autopista fue construida con la participación de las españolas Acciona, ACS y Dragados a través de la concesionaria Nouvelle Autoroute 30.

Inaugurada en diciembre de 2014, la obra incluyó la ejecución de dos puentes: uno de 1.860 m sobre el río St. Lawrence y otro de 2.550 m sobre el canal Beauharnois. Este último es una de las primeras estructuras empujadas de Canadá, y a día de hoy, el segundo puente empujado más largo del mundo.

El viaducto es una impresionante estructura, que ya ha cosechado varios premios internacionales, formada por dos tableros gemelos separados 3 m, y con 14,22 m de anchura cada uno. De su longitud total, los primeros 1.095 m están formados por un tablero de vigas prefabricadas de hormigón y los 1.457 m restantes, que corresponden al tramo empujado, están formados por un cajón metálico con una losa superior de hormigón y suma 18 vanos.

Acciona también está desarrollando o ha completado alguna de las infraestructuras más destacadas de Canadá en los últimos años. Así, en 2010 fue seleccionada por la provincia canadiense de Alberta, para diseñar, y construir, a través del consorcio Windsor Essex Mobility Group, participado por Acciona, ACS y Fluor, el proyecto Windsor Essex Parkway en Ontario, Canadá: una autopista de 11 kilómetros que enlaza la 401 (también en Ontario) con la Interestatal 75 (en Michigan, Estados Unidos), a través de un puente construido de manera independiente, y por la que transita alrededor del 40% del comercio de mercancías entre Estados Unidos y Canadá.

Los viaductos de Jemseg y St. John forman parte del tramo de la autopista Moncton-Fredericton, que discurre paralela a la Carretera Transcanadiense y comunica el país de este a oeste. El viaducto Jemseg cruza el río del mismo nombre para comunicar el Gran Lago con el río principal; una zona sometida a inundaciones anuales durante más de dos meses y que afectan a la mitad de las cimentaciones del viaducto. La otra mitad del puente cruza el propio río y pasa sobre la ladera que asciende hacia una meseta situada sobre la zona de inundaciones. Con 976 m de longitud, cuenta con dos calzadas separadas y sostenidas sobre pilas.

El viaducto de St. John, a 4,5 km del anterior y con la misma tipología, cruza el río del mismo nombre y discurre sobre el cauce fluvial y su zona inundable, por lo que toda su longitud –1.062 m–, se ve afectada por las aguas.

En 2013 Ferrovial comenzó la construcción de un puente sobre el río Nipigon que será el primer puente atirantado de la provincia de Ontario. Cruzará las au-

FCC

♦ Viaducto de San Marcos, México.

topistas 11 y 17, que forman parte de la Transcanadiense. El viaducto, que estará finalizado en 2017, tendrá una longitud de 252 metros y cuatro carriles de circulación. La solución técnica consiste en la construcción de un muelle central con tres torres, desde el que parten los cables que enlazan con los pilares laterales. De este modo, se elimina la necesidad de instalar estructuras dentro del río.

En 2013, Acciona, junto a su socio Pacer, comenzó la construcción del puente Waterdale en Edmonton, capital de la provincia de Alberta. Será un puente en arco, por el que se espera que pasen cada día 33.000 vehículos. Tendrá tres carriles para el tráfico rodado y una pasarela peatonal que correrá paralela e independiente al viaducto. Los trabajos terminarán a mediados de 2016.

> México

En México se encuentra el segundo viaducto más alto del mundo y también lleva firma española. Es el viaducto Ingeniero Gilberto Borja Navarrete sobre el río San Marcos, un alarde de tecnología, situado en la carretera Nuevo Necaxa-Ávila Camacho y que forma parte del eje México-Tuxpan de 283 km que enlaza la capital federal con el golfo de México.

Construido entre 2009 y 2012 por la UTE formada por FCC y la mexicana ICA, el gran viaducto, se alza en pleno corazón de la Sierra Madre Oriental, en una zona escarpada e inaccesible. Prueba de ello es que en los 36 km de autovía ejecutados, hubo que construir seis túneles que suman 8.100 m y 22 estructuras con un total de 2.300 m.

El viaducto salva el profundo barranco abierto por las aguas del San Marcos, mediante una esbelta estructura de hormigón armado sustentada por seis pilares. Dispone de cuatro carriles, de 18 m de anchura, y una longitud de 840 m dividida en siete vanos: tres principales con 180 m de luz cada uno, dos de 98 m y otros dos más de 57 m junto a los estribos. Destacan en su diseño las cuatro pilas principales, una de las cuales, de 208 m, es la de mayor altura de todo el continente americano, y solo es superada en todo el mundo por las del viaducto de Millau (Francia), de 343 m (viaducto que, por cierto, también contó con participación española, ya que la compañía Tycsa aportó el sistema telescópico de gatos hidráulicos y los cables de acero de los tirantes).

La escarpada orografía de la zona dictó las pautas técnicas del proyecto. Sobre la mesa había notables condicionantes: el río discurriendo en un profundo despeñadero; la mala accesibilidad del lugar; la influencia en la zona de las tormentas tropicales del golfo de México; y la curvatura del trazado que suponía descartar soluciones con arco o con tablero atirantado. La alternativa, pues, pasaba por diseñar un puente continuo tipo viga que se pudiera construir de

FCC

forma independiente del suelo. Se optó por un puente de hormigón postesado ejecutado por voladizos. Y dado que la autovía cruza el río por la zona más estrecha, el puente se adaptó a una curva con un radio de 1.150 m y con una pendiente del 5,8%. La construcción del tablero se llevó a cabo mediante la técnica de avance en voladizos compensados con dovelas postesadas fabricadas *in situ*, para el tramo central situado sobre las pilas 2 a 5, mientras que para los vanos de acceso se construyó sobre cimbra porticada.

> Estados Unidos y Australia

También en Estados Unidos está la impronta de la ingeniería civil española. De la mano de FCC con la Italiana Impregilo y la local Shimmick, en 2013 comenzó la construcción del puente Gerald Desmond, para sustituir al antiguo viaducto, construido en 1968 sobre el Back Channel del Puerto de Long Beach de Los Ángeles, que conecta el corazón del complejo portuario de Terminal Island con el puerto de Long Beach, y es una zona de paso entre el centro de la ciudad y otras localidades californianas próximas. Su sustitución viene de la necesidad de atender la demanda de un tráfico que se prevé en constante crecimiento en los próximos años, y de la necesidad de mayores gálibos verticales para permitir la navegación de los grandes barcos portacontenedores actuales.

La estructura principal se resuelve mediante un puente atirantado con un vano principal de 305 m de longitud y situado a 61 m sobre el Back Channel y dos vanos extremos de 152 m. El puente se ha concebido mediante dos torres de fuste único de 155 m de altura máxima. De cada mástil surgen dos planos de 10 cables desde la cabeza del mismo hasta borde de tablero. Cada torre estará cimentada sobre 12 pilotes de 2.4 m de diámetro unidos por un encepado de forma octogonal de canto variable de entre 3 y 4,90 m. El tablero tiene una anchura de 47 m y está formado por vigas metálicas longitudinales en los extremos y vigas metálicas transversales espaciadas 5 m.

El proyecto incluye las estructuras de aproximación sobre Ocean Boulevard, la reconfiguración y mejora de dos enlaces, la construcción de carril-bici a lo largo del trazado y el desvío de los servicios afectados.

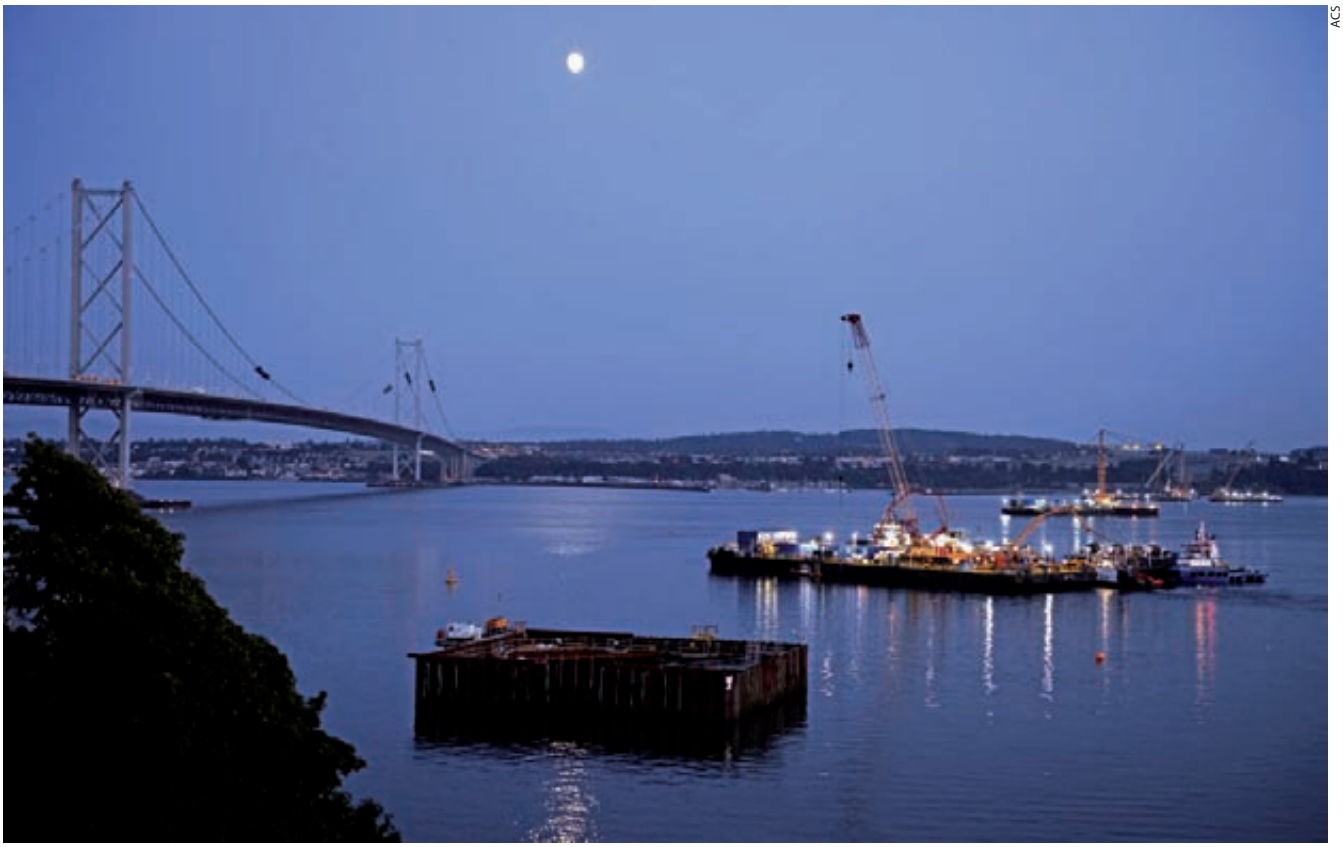
Y en tierras de Australia, en diciembre de 2014 comenzaron las obras de la Autopista del Pacífico desde Warrel Creek hasta Nambucca Heads, en Nueva Gales del Sur, un proyecto de renovación de 20 km, para convertirla en una autopista de cuatro carriles, ejecutado por la UTE Acciona-Ferrovial. El proyecto incluye intersecciones y nuevos puentes a la altura de Warrell Creek, sobre el río Nambucca, que mejorarán la seguridad de la carretera.

> Chile

El viaducto de Amolanas (Chile), construido por Sacyr, destronó en el año 2000 al puente del Malleco, que con 85 m de altura presumía de ser el puente ca-

Acciona

♦ Viaducto Lai Chi Kok, Hong-Kong.


ACS

♦ Puente sobre el río Forth, Escocia.

rretero más elevado del país. La estructura con sello español se alza 100,6 m sobre la profunda quebrada del río, en una zona con notable actividad sísmica. Se trata de un viaducto recto de sección continua de 268 m que reemplaza al viejo puente de hormigón construido sobre la misma difícil quebrada en la década de los 50.

La estructura se levanta en el kilómetro 309,5 de la Ruta 5 Norte y forma parte de la autopista de doble vía del Elqui –ruta panamericana–, en su tramo La Serena-Los Vilos, en la región de Coquimbo. El terreno allí es extraordinariamente abrupto y de difícil acceso, con laderas de roca con fortísimas pendientes de entre 30º y 40º, por lo que la tipología de su estructura mixta, de acero y hormigón armado, supone un hito de la ingeniería civil por la tecnología y el proceso constructivo utilizado: empuje de cajón completo.

Su característica singular, además de la gran altura de sus pilas, es el sistema de protección sísmica que incorpora. Los resultados obtenidos del cálculo para el sismo longitudinal daban como resultado esfuerzos muy grandes en la estructura, por lo que se decidió disipar la energía producida por el sismo por medio de amortiguadores colocados entre los estribos y el dintel, de forma que se limita la carga que se transmite al tablero introduciendo un desplazamiento

> Colombia

En Colombia, Sacyr comenzó en 2013 las obras de la carretera entre Málaga-Los Curos en el departamento de Santander, que incluye tres puentes: La Judía, Sitio Crítico e Hisgaura de 7 m, 140 m, y 640 m, respectivamente. Este último es un puente que salva la Quebrada Hisgaura y que es considerado ya como un icono entre las infraestructuras para tránsito rodado. El puente salva uno de los puntos críticos de la carretera Málaga-Los Curos, una de las vías más afectadas por el fenómeno de La Niña 2010-2011, cuyos daños dificultaron las conexiones entre las regiones de Boyaca y Santander. Su estructura, sumamente ligera, se reparte entre una luz principal de 330 m, dos de 125 m y otras dos de 36,50 m.

También en Colombia, la misma compañía, acaba de resultar adjudicataria para construir el puente Pumarejo sobre el río Magdalena en la ciudad de Barranquilla. Con 2,28 km, será el viaducto más largo del país y la mayor obra pública realizada en Colombia. Con un plazo de ejecución de 36 meses, será un puente atirantado, con una luz central de 380 m entre los pilones de 80 m de altura. La sección vehicular, con una anchura total de 38,1 m, dispondrá de tres carriles, zona peatonal y carril bici. El gálibo para el paso de los barcos será de 45 metros, lo que permitirá la navegación de embarcaciones de gran calado. □

Viaducto de Almonte,

récord mundial en puentes arco ferroviarios

En **FCC Construcción** trabajamos para facilitar el transporte diario de las personas.
En nuestra larga historia, llevamos más de 100 años construyendo puentes de todas las tipologías y sistemas constructivos actuales con la más esmerada técnica. Entre sus estructuras singulares, destaca la construcción del segundo viaducto más alto del mundo, el viaducto Gilberto Borja Navarrete (México); el segundo viaducto más alto de Europa, el viaducto de El Corgo (Portugal) y el viaducto ferroviario récord mundial en su tipología, el Viaducto sobre el río Almonte (España).
Situado en la conexión ferroviaria de Alta Velocidad Madrid-Extremadura, el viaducto de Almonte cruza el río Amonte en su desembocadura en el embalse de Alcántara (Cáceres) y tiene una longitud total de 996 metros.
El tramo central tiene un arco de hormigón de sección octogonal variable en ancho y en canto de 384 metros de luz.

www.fcc.es
www.fccco.es

FCC Construction

adif ALTA VELOCIDAD

Para que puedas llegar

La construcción de la línea de alta velocidad de Extremadura está cofinanciada por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) y ayudas RTE-T

UNIÓN EUROPEA

Una manera de hacer Europa

SIEMPRE ENCONTRAMOS UN CAMINO.

Herrenknecht AG es líder de tecnología y de mercado en la excavación mecanizada de túneles.

Es la única empresa que provee toda una gama de productos y servicios mundialmente, y que suministra máquinas de perforación de túneles de alta tecnología (High-tech) para todo tipo de terrenos y en todos los diámetros de 0.10 m hasta 19.0 m. Las máquinas Herrenknecht son fabricadas a medida para crear sistemas de abastecimiento y evacuación de aguas, gas y petróleo (rama del Utility Tunnelling), así como túneles de carretera, metro y de tráfico ferroviario (rama del Traffic Tunnelling) en todo el mundo.

El grupo Herrenknecht emplea a más de 4.800 personas y cuenta con 82 filiales y empresas asociadas que trabajan en campos relacionados, por ejemplo, en soluciones de logística o sistemas de perforación profunda. Siempre encontramos un camino. Junto con nuestros clientes.

Herrenknecht Ibérica, S.A.U.
Paseo de la Castellana 192 – 13°
28046 Madrid
Phone +34 913 59 80 08
Fax +34 913 59 20 32
herrenknechtiberica@herrenknecht.es

Herrenknecht AG
D-77963 Schwanau
Phone +49 7824 302-0
Fax +49 7824 3403
info@herrenknecht.com

www.herrenknecht.com

HERRENKNECHT
Tunnelling Systems

etra

www.grupoetra.es

30 years delivering smart systems to manage mobility infrastructures

URBAN RAIL

INTERURBAN INTELLIGENT TRANSPORT SYSTEMS

TUNEL MANAGEMENT SYSTEMS

PORTS

AIRPORTS

♦Trabajos en el sector de Erstfeld del túnel de San Gotardo.

Alp Transit

Empresas españolas participan en la construcción de algunos de los túneles más singulares y complejos del mundo

A través de la oscuridad

Mariano Serrano Pascual

El túnel más largo del mundo, la tuneladora de mayor diámetro, el récord en avance de perforación o el primer túnel sumergido de Latinoamérica son algunos retos que, en materia de construcción de túneles, llevan firma española. Varias empresas españolas han participado en los últimos años en la construcción de algunos de los túneles más singulares y complejos del mundo. De carretera, ferroviarios, hidráulicos o mineros, todos ellos han supuesto auténticos desafíos a la ingeniería actual.

Setenta años después de que el ingeniero suizo Carl Eduard Gruner planteara la idea de excavar un túnel de baja altura que atravesara los Alpes suizos bajo el mítico paso de San Gotardo, el reto, uno de los mayores de la ingeniería actual, se ha hecho realidad. Para ello han sido necesarios 15 años de trabajo, la superación de unos condicionamientos naturales extremos y el desarrollo de nuevos materiales y métodos constructivos. En el mes de octubre de

Alp Transit

♦ Conexión exterior en la boca norte del túnel de San Gotardo.

2010, tras 11 años de trabajos, se terminaba la excavación de los 152 km de túneles y galerías auxiliares de esta colosal obra. El 31 de octubre del año pasado se celebró el tendido completo de la vía con la colocación de una simbólica "traviesa de oro", y durante los primeros meses de este año se han completado el resto de instalaciones y se han retirado todos los subsistemas provisionales. Este otoño comenzarán las pruebas del túnel y a mediados de 2016 los primeros trenes comerciales empezarán a atravesar el túnel más largo del mundo. Las obras, contratadas por la empresa Alp Transit –creada expresamente por el gobierno suizo para esta obra– y en las que la española FCC ha sido la responsable de la construcción de los túneles, instalaciones, infraestructura ferroviaria y línea en superficie hasta la conexión con la red ferroviaria ya existente, han tenido un coste de unos 8.300 M€, de los que 1.033 M€ corresponden a la adjudicación a FCC.

> Clave del transporte transalpino

La ruta de San Gotardo es una de las más importantes de las que atraviesan los Alpes de norte a sur. El paso de San Gotardo, a más de 2.000 metros sobre el nivel del mar, ha sido durante siglos fuente de innumerables leyendas. Sobrevivir a la travesía de los Alpes fue un desafío al que se enfrentaron ejércitos, mercaderes y viajeros desde tiempos inmemoriales. También fue un desafío que se abordó muy pronto el de mejorar en distintos puntos de esta extensa cadena montañosa las condiciones de su travesía. Pero no será hasta principios del siglo XVIII cuando al fin se consiguió horadar una mínima parte de sus entrañas con el pequeño túnel carretero de Urnerloch, de tan solo 64 metros. Habría aún que esperar casi dos siglos más para que un nuevo medio de transporte, el ferrocarril, consiguiera atravesar el macizo del Gotardo y evitar así el temible paso. El túnel, de 15 km de longitud –el más largo del mundo entonces, aunque pronto superado por el también alpino del Simplon–, discurre entre Göschenen y Airolo a una altura de 1.100 metros sobre el nivel del mar. Se abrió al tráfico en 1882, tras una obra que duró más de 10 años y que se cobró la vida de casi 200 trabajadores. Aunque este túnel ferroviario supuso un enorme avance en el transporte en el eje transalpino norte-sur –y a pesar de que en 1980 se abriría también al tráfico otro túnel, este carretero, de 17 km por donde discurre actualmente la autopista suiza A2 (E-35) entre Basilea y Chiasso–, lo cierto es que el tráfico de transporte terrestre en este enclave vital de comunicaciones europeo se ha multiplicado por diez en las últimas décadas, llegando casi a niveles de saturación. A partir de los años 70 del pasado siglo, se empezaron a elaborar en Suiza los primeros proyectos concretos para dotar al corredor ferroviario transalpino de túneles que permitieran líneas más directas y que discurrieran a una altura menor que los existentes hasta el momento, con el fin de salvar pendientes menores y hacerlos más rápidos. La implantación de una red europea de alta velocidad requería, por otro lado, la integración del país helvético en dicha red. En 1990 el gobierno suizo aprobó la denominada Red Variante, que preveía la construcción de las Nuevas Transversales Ferroviarias Alpinas (NTFA), entre las que se encuentran los dos túneles ferroviarios de base proyectados años atrás, el de Lötschberg, al oeste del país (cantones de Berna y Valais), y el de San Gotardo, en la zona central, a los que luego se añadiría el del monte Ceneri, en la misma línea que el de San Gotardo y que se pondrá en servicio en 2019. Esta decisión del gobierno fue refrendada por el pueblo suizo en 1992 con una amplia mayoría. Las preocupaciones medioambientales tampoco han sido ajenas a la decisión de acometer esta obra, y en 1994 se aprueba también por referéndum la denominada Iniciativa de los Alpes, que suponía priorizar el transporte por ferrocarril frente al de carretera.

En este contexto, el túnel de base de San Gotardo se alza como la pieza clave de un nuevo sistema de transporte transalpino en Suiza. El actual túnel de 1882 pasa bajo el Gotardo a una altura de 1.150 metros sobre el nivel del mar, debiendo salvar una considerable pendiente antes de penetrar en la montaña; el nuevo, excavado a más de 2.000 metros por debajo de la cima más alta de San Gotardo, atravesará el macizo mucho más abajo, con una cota máxima de 550 metros. La boca sur del nuevo túnel, situada en Bodio (en el cantón de Tesino), se encuentra a 312 metros, y la norte, en Erstfeld (cantón de Uri), a 460 metros. Con ello se disminuye la pendiente, con un trayecto mucho más llano que el anterior y, por tanto, más rápido, además de 40 km más corto. Como los trenes podrán circular a alta velocidad –en los 57 km del nuevo túnel lo harán a 250 km/h frente a los 80 km/h del viejo– la duración de un trayecto como el de Zúrich-Milán se reducirá en un 30 por ciento (casi una hora menos, situándose en dos horas y media). En cuanto a los trenes de carga, que circularán a 160 km/h, podrán transportar hasta 4.000 toneladas, el doble de la actual

Alp Transit

capacidad; y lo podrán hacer con una sola locomotora. Con ello, el volumen de mercancías transportadas por ferrocarril a través de los Alpes pasará de los 20 millones de toneladas actuales a 50. Entre trenes de pasajeros y de mercancías, se estima que por el nuevo túnel circularán entre 200 y 250 trenes diarios.

♦ Arriba, sector de Sedrun del túnel de San Gotardo. Debajo, túnel de Brno, República Checa.

> Desafío a la técnica

Han sido necesarios 4 millones de horas de trabajo en 15 años y la superación de importantes dificultades técnicas y de seguridad. En la fase más intensa de la obra llegaron a trabajar cerca de 700 personas. El resultado de todo ello: esos 151,84 km de galerías, con dos tubos de 57,10 km (tubo este) y 57,02 (tubo oeste) y 9,2 metros de diámetro cada uno, a una distancia entre ejes de 40 m. Además, se han excavado otros 37 km de galerías auxiliares y túneles de servicio y seguridad, que conectan ambos tubos principales.

La construcción del doble túnel ferroviario ha supuesto todo un desafío de la ingeniería, debiendo aplicarse nuevos sistemas constructivos y nuevas tecnologías, algunas desarrolladas expresamente para esta obra, relativas a diferentes aspectos como impermeabilización, sellado, refuerzo o protección contra el fuego, o desarrollo de nuevos aditivos y soluciones innovadoras en materia de hormigón proyectado, así como un adecuado manejo y reciclaje de materiales. Dada su complejidad y magnitud, la perforación, iniciada en 1999, se dividió en cuatro secciones, a las que luego se añadiría un quinto punto de excavación: Erstfeld y Amsteg al norte; Sedrun y Faido en el centro, y Bodio al sur. Esta última fue la sección de mayor longitud, con casi 17 km. Para asegurar la perfecta comunicación y ajuste de todos los túneles y galerías en los puntos de encuentro preestablecidos, se utilizaron sistemas de medición por satélite. En la excavación se han aplicado técnicas mineras y se ha hecho uso de explosivos y excavadoras convencionales allí donde el terreno lo permitía, pero la mayor parte del trabajo (granitos compactos y gneis) corrió a cargo de tuneladoras TBM Herrenknecht de fabricación alemana. Estas máquinas pueden avanzar en condiciones óptimas hasta 40 metros al día. El volumen de roca excavada, tanto por las tuneladoras como mediante voladuras, ha sido de 24 millones de toneladas –algo más de 13 millones de m^3–, de las que una quinta parte ha vuelto a la obra en forma de concreto de alta calidad.

Una obra de tales dimensiones ha requerido de materiales, algunos expresamente investigados para esta obra, y métodos constructivos adaptados a estas condiciones especiales. El revestimiento y sellado han constituido un capítulo fundamental, no solo para la durabilidad de la obra, sino también para la seguridad durante su construcción. Uno de los principales desafíos fue el de conseguir un hormigón que se mantuviera en condiciones estables durante un largo tiempo –el ne-

OHL

cesario para su transporte a través de cintas hasta el interior del túnel, a una gran distancia y con elevadas temperaturas– pero que, una vez *in situ* fraguara en poco tiempo. Ello ha obligado a desarrollar nuevas combinaciones de aditivos, estabilizadores y plastificantes. Otro reto fue el aseguramiento de las galerías a medida que las máquinas se abrían paso y antes de la instalación de los soportes definitivos. Para ello hubo que ir afianzando la roca, casi paso a paso, por medio de distintos medios pasivos y activos capaces de soportar la enorme presión de la montaña.

Otras dificultades han provenido de circunstancias como la concentración de gases, los contaminantes y las altas temperaturas en el interior de los túneles, así como por la filtración de aguas de la montaña. En lo que se refiere al primer aspecto hubo que diseñar complejos sistemas de ventilación que diluyeran, por una parte, el polvo y las concentraciones de metano y, por otra, los contaminantes generados por las propias máquinas y los explosivos. Se aplicaron igualmente sistemas de enfriamiento, ya que al comienzo de la excavación se detectaron temperaturas de 45 °C. Con el fin de mantener una temperatura aceptable, se construyeron sistemas de refrigeración, con compartimentos refrigerados y plantas de ventilación. Por lo que se refiere al agua, ya desde el planeamiento del proyecto hubo que cuidar, lógicamente, que las zonas por encima de la excavación estuvieran completamente libres de presas hidráulicas o estancamientos. En cambio, era casi imposible prever la concentración de agua en la roca, sobre todo en zonas de dolomita, en las que suele presentarse roca saturada de agua, que además, en este caso, debía someterse a altas presiones. Para evitar la entrada directa de agua en el túnel se recurrió a la instalación de un "paraguas": la parte superior de la bóveda se cubrió con una capa de hormigón y la inferior con un manto impermeable que permite drenar el agua y canalizarla hacia la superficie o a estratos inferiores.

Otras muchas dificultades se han tenido que afrontar ante esta colosal obra. Por ejemplo, el diseño de las puertas de seguridad que dan acceso a las galerías de conexión ha sido fruto de un largo proceso de investigación y desarrollo en el que se han llegado a desechar hasta cinco prototipos, pues debían conjugar un funcionamiento sencillo –incluso, llegado el caso, sin electricidad– con la capacidad de impedir la propagación del fuego y el humo, o soportar la ola de presión, equivalente a casi 10 toneladas, que provocarán los trenes a su paso. La propia duración de las obras, 11 años de construcción y otros 4 de infraestructuras e instalaciones ferroviarias, ha deparado no pocos inconvenientes, como la necesidad de sustituir algunos sistemas o elementos ya instalados por otros adaptados a nuevas normas técnicas de construcción o de seguridad aprobadas en estos años. En otro aspecto, la mera logística que supone organizar recursos materiales y humanos en un medio tan hostil, garantizando la seguridad de los trabajadores, ha supuesto todo un reto en sí mismo. Calor, alta humedad, ruido permanente e intenso tráfico de maquinaria pesada han sido los riesgos que, en unos índices muy superiores a los de obras más convencionales, han soportado los mineros.

> Seguridad y medio ambiente

La seguridad ha sido otra de las grandes bazas del túnel de base. Trágicos accidentes como el del túnel carretero del mismo San Gotardo, en 2001, o el del también carretero del Mont Blanc dos años antes, provocaron una viva polémica en el país helvético sobre la seguridad en los túneles. Aspecto fundamental en este sentido es que el nuevo túnel tiene dos tubos independientes, a diferencia del de 1882 con un solo tubo y doble vía, con lo que se elimina la posibilidad de choque frontal. Además, los túneles de conexión permitirán a los trenes pasar de un tubo principal al

Ferrovial

♦ Túnel para la transferencia de equipajes en el aeropuerto de Heathrow.

Sacyr

♦ Túneles de la central eléctrica de Venda Nova, en Portugal.

otro. Todas las galerías de conexión –las hay cada 325 metros– disponen de pasos para cruzar las vías, sistema de ventilación y salida de emergencia para una rápida evacuación. Por otro lado, se han construido dos estaciones multifuncionales en las zonas intermedias de Faido y Sedrun con espacios para los pasajeros y lugares seguros donde puedan detenerse los trenes en caso de emergencia. Por último, existen diversos dispositivos, situados en varios puntos estratégicos del recorrido, cuya finalidad es, en caso de incendio, aspirar el humo y dar entrada a aire limpio en los lugares afectados por aquel, tanto en tubos principales como en el resto de galerías.

Por lo que se refiere a cuestiones medioambientales, ya hemos visto hasta qué punto han estado en la base de la gestación del mismo proyecto de las Nuevas Transversales Ferroviarias Alpinas (NTFA), de las que el túnel de base de San Gotardo es su pieza clave. Más de una década de debates parlamentarios, dos referéndums y una reforma de la Constitución tuvieron por objeto, entre otros, el de proteger el medio ambiente alpino. Por tanto, la atención a estos condicionamientos no podía estar ausente, no solo de la finalidad del túnel –disminuir el transporte por carretera– sino tampoco del desarrollo de la obra. En este sentido, todas las plantas de fabricación de hormigón, los talleres o las cintas transportadoras fueron diseñadas y ubicadas de forma que se minimizaran sus efectos perjudiciales, como el ruido o la contaminación por polvo en suspensión. Para el transporte de materiales dentro del túnel se ha dado prioridad a cintas transportadoras o al propio ferrocarril. Por otra parte, se ha procedido a la reubicación de plantas y animales afectados por la obra, y una vez terminada esta se restablecerán sus hábitats al estado original.

El material extraído también se destina a su reutilización. Gran parte es empleado en la misma obra para la fabricación de hormigón que se utiliza en la construcción de puentes, muros de contención o material de relleno. Otra parte del material se utiliza en otros proyectos, algunos ya en marcha, como la formación de islas y orillas en algunos lagos del norte de Suiza o la recuperación de entornos naturales, como en Buzza di Biasca. En cuanto al agua del interior de la montaña drenada y canalizada en las obras, en general se enfría y purifica antes de ser vertida a los cauces de la zona, y parte de ella será utilizada para algunos proyectos complementarios, como riego de zonas de cultivo regeneradas o centrales térmicas. Un destino más singular con contenido medioambiental para el material y el agua de la montaña será la construcción en las cercanías de Erstfeld, junto a la boca norte, de una piscifactoría para el cultivo de especies autóctonas, peces y crustáceos que a principios de la próxima década volverán a poblar los ríos y arroyos de los Alpes.

> Otros túneles en el Viejo Continente

El de San Gotardo no es el único túnel realizado por las empresas españolas en Europa. Hay que hacer referencia también al túnel ferroviario que discurre a través del estrecho del Bósforo, en Turquía, primer túnel submarino que une dos continentes. El túnel forma parte del proyecto Marmaray, corredor ferroviario que une Asia y Europa a través de este túnel, y en el que OHL y Dimetronic lideran, con un 70%, la *joint venture* adjudicataria. De los 13,6 km del tramo, 1,4 km discurren bajo las aguas del canal de Mármara, a más de 50 m de profundidad, convirtiéndose en el segundo túnel submarino más profundo del mundo después del de Seikan, en Japón. OHL y Dimetronic han participado instalando los sistemas de señalización, seguridad, plataforma y vías.

Aldesa

♦ Túnel hidráulico de la central Renace, en Guatemala.

Cabe destacar, además, los túneles del Crossrail, la línea ferroviaria subterránea de 118 km que cruzará Londres de Oeste a Este, y en cuyas obras desempeña un papel fundamental Ferrovial Agromán a través del consorcio BFK. La empresa española concluyó en 2014 la excavación de los dos tubos de 6,5 km cada uno –denominados Western Running Tunnels– que discurren entre Royal Oak y Farringdon, bajo el centro de Londres. También dentro del mismo proyecto, el consorcio BFK se encarga de la construcción de accesos y cavernas a las estaciones de Tottenham Court Road, Bond Street y Fisher Street, obra que terminará este año, así como la excavación, estructura y acabados de la nueva estación de Farringdon, que concluirá en 2018. Es de señalar que otra empresa española, Geocisa, ha llevado a cabo y sigue ejecutando trabajos en estos proyectos del Crossrail, como el tratamiento de terrenos y la instrumentación y monitorización de estaciones, así como el software y gestión de datos de las TBM.

Para la excavación de los túneles entre Royal Oak y Farringdon se han empleado dos tuneladoras TBM Herrenknecht de 150 m y 1.000 t cada una, con una capacidad de avance de 40 m diarios, que han tenido que superar importantes dificultades técnicas. Se trataba de uno de los tramos más delicados del Crossrail, ya que pasa bajo algunas de las zonas más emblemáticas de la capital inglesa, entre subterráneos ya existentes, alcantarillado, los propios cimientos de los edificios o incluso restos arqueológicos. De ahí que haya sido necesario instalar un complejo sistema de control de asientos, con estaciones y puntos de monitorización que dibujaran no solo una imagen precisa del subsuelo londinense, sino también de los movimientos del terreno que se produjeran de forma natural. El conjunto de obras de Ferrovial para el Crossrail –con un coste de más de 700 millones de libras (unos 1.000 M€)– estarán completamente terminadas en 2018. Cuando todo el proyecto del Crossrail esté finalizado, la línea recorrerá 118 kilómetros desde Maidenhead y Heathrow en el oeste hasta Shenfield y Abbey Wood en el este a través de 21 kilómetros de nuevos túneles gemelos bajo el centro de Londres. Se estima que en algunos trayectos se reducirá a la mitad el tiempo de los desplazamientos. El nuevo servicio será utilizado por unos 200 millones de pasajeros anualmente. Se calcula que la reducción del tráfico derivada del uso del Crossrail supondrá una disminución de las emisiones de carbono en unas 1.300 toneladas.

También en Inglaterra, e igualmente a cargo de Ferrovial Agromán, reviste una especial importancia el túnel de 2,1 km de longitud de conexión entre terminales del aeropuerto de Heathrow, el mayor del mundo. La infraestructura resulta crucial en la creación de un sistema integrado de transferencia de equipajes, y su realización no ha estado exenta de complejidad, ya que el aeropuerto continuó operativo durante las obras. Además, debido a los cambios de alineación del túnel se hizo necesaria la adopción de medidas no previstas y soluciones técnicas innovadoras. Aparte de las estrictas medidas de seguridad y el control de riesgos, son de destacar algunos aspectos medioambientales: todos los materiales retirados se han reciclado, la grava se ha destinado a relleno y la arcilla (300.000 m^3) se ha utilizado como revestimiento en vertederos. Por otro lado, el sistema de transferencia de equipajes que permitirá esta infraestructura, reducirá el tráfico en superficie en la zona aeronáutica con la consiguiente disminución de desplazamientos de vehículos y sus emisiones. Y no dejamos aún Londres para reseñar que en 2014 la misma Ferrovial Agromán, junto con la británica Laing O'Rourke, se ha adjudicado el contrato para el diseño

Codelco

y la construcción de la ampliación de la línea Northern Line del metro londinense. El proyecto, con un valor de 500 millones de libras, incluye la construcción de dos nuevas estaciones, con dos pozos de ventilación adicionales, y un túnel de 6 kilómetros con un diámetro interno de 5,1 metros. Está previsto que las obras finalicen en 2020.

Otras dos obras relevantes en Europa son los túneles para tráfico rodado de Královo Pole, en la ciudad checa de Brno, y los que discurren bajo el canal del río Vístula en Gdansk, Polonia, ambas obras firmadas por OHL. Los primeros se encuentran situados en la circunvalación de Brno, la segunda ciudad más poblada de la República Checa, y constituyen un elemento fundamental para la descongestión del tráfico en esa ciudad. Son dos túneles de 1.239 y 1.261 m cada uno, ambos de sentido único, con una sección de circulación de 8,50 m de ancho y aceras de emergencia de un ancho mínimo de 1,15 m situadas a cada lado de la calzada. Aceras y calzadas son de hormigón, con excepción de los tramos de salida y entrada, que son de aglomerado. Como método de excavación, se optó por la división horizontal y vertical, con una sección total de 130 m^2 excavados en 6 frentes parciales. Además de los túneles se han construido cuatro galerías de interconexión entre ambos tubos separadas de estos por tabiques con compuertas cortafuegos. Los túneles discurren bajo zonas de Brno densamente pobladas y junto a multitud de canalizaciones e infraestructuras de todo tipo, por lo que hubo que extremar las medidas de seguridad y aseguramiento, como la aplicación de inyecciones complementarias en edificios cercanos o la utilización de soportes expresamente diseñados y fabricados para esta obra. Sin dejar la República Checa, reseñar que el grupo ACS se adjudicó en 2014, por un valor de 102 M€, el proyecto de túneles en la autopista D-3.

En cuanto a los túneles de la ciudad polaca de Gdansk, se enmarcan en las obras de conexión entre el puerto y la terminal de contenedores mediante una autovía de circunvalación que evita el paso de mercancías pesadas por el centro de la ciudad. Los túneles, dos tubos gemelos de 1.072 m cada uno y un diámetro de 11 m, discurren bajo la desembocadura del río Vístula en el mar Báltico. La obra presentaba dificultades técnicas elevadas, como el hecho de realizarse bajo un canal de navegación con un recubrimiento de solo 9 metros –que en el paso bajo los muelles del puerto, a ambas márgenes del río, se reducía a 1,5 m con respecto a la cota de cimentación de los muelles–, y la necesidad de abrir además de los túneles siete galerías de evacuación mediante la técnica de congelación del terreno. Para ello se ha utilizado por primera vez en una obra de estas características una tuneladora de tipo hidroescudo diseñada y fabricada expresamente para esta obra. El revestimiento de los túneles se hace mediante anillos de dovelas prefabricadas de hormigón armado, colocados bajo la protección del escudo de cola de la tuneladora. El anillo universal está formado por siete dovelas cuyo peso total es de 109 t. La contención del frente se realiza por medio de lodos bentoníticos, para cuyo tratamiento se instaló una planta separadora. La obra bajo el canal del Vístula ha recibido varios premios tanto en Polonia como en España.

♦ Arriba, túneles de aire de Chuquicamata, Chile. Debajo, tuneladora para las obras bajo el Vístula, en Gdansk (Polonia), que construye OHL y cuyo equipamiento y sistemas ITS ejecuta Etra.

// El de Coatzacoalcos es el primer túnel sumergido de Latinoamérica; una obra en la que se han aplicado innovadoras técnicas constructivas //

Más cerca de nosotros, en Vieira do Minho (Portugal), la empresa Sacyr construye la central hidroeléctrica subterránea de Venda Nova. La obra está constituida por varios túneles, pozos, galerías y la caverna de la central. En total, se han excavado casi 9 km de túneles, que discurren a una profundidad de 400 m (4,9 km del circuito hidráulico y 3,9 km de acceso y ataque a los frentes de obra). Para acabar con nuestro recorrido por el subsuelo europeo, citar dos adjudicaciones recientes al consorcio Hochtief-ACS. Por un lado, las obras de ampliación de la red de metro de Copenhague (Dinamarca), donde el citado grupo se responsabilizará de la realización mediante tuneladora de más de 3,5 km

OHL

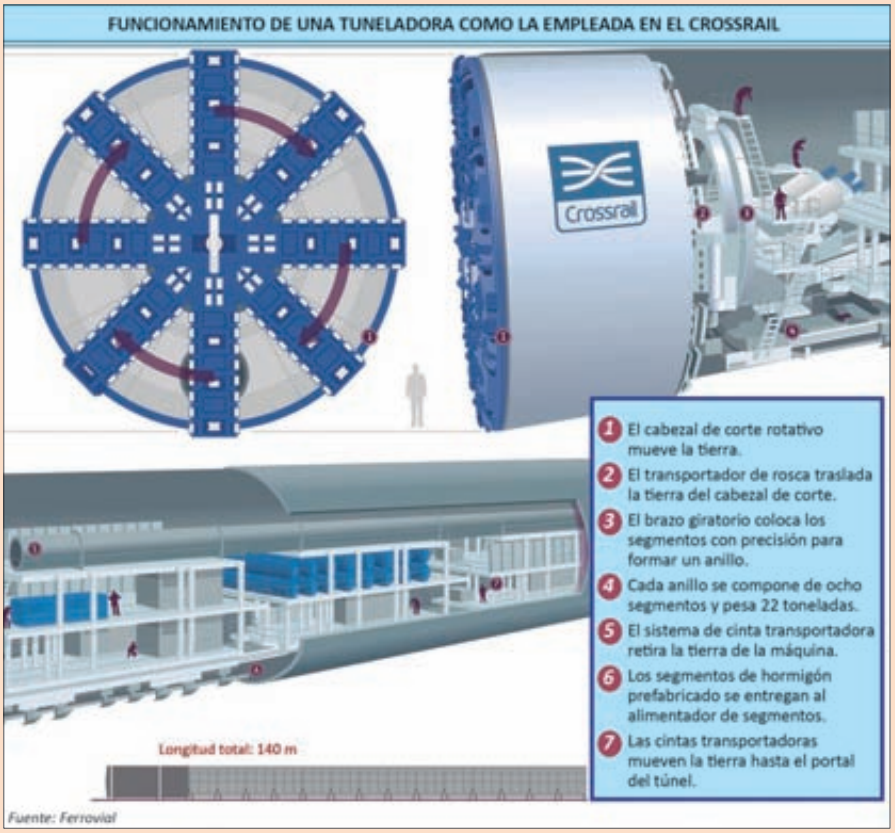
Colosos bajo tierra

Túneles como los realizados modernamente serían imposibles sin el concurso de esos auténticos monstruos del subsuelo que son las tuneladoras TBM (siglas en inglés de tunnel boring machine).

En la excavación del túnel de base de San Gotardo se emplearon nada menos que cuatro de estas gigantescas máquinas, de fabricación alemana (Herrenknecht), con las siguientes características: Longitud (incluido back-up*): 450 m; peso bruto: 2.700 t; diámetro de corte: 9 m; potencia: 3,5 MW/4.700 cv; empuje: 2.500 t; par motor: >6000 kNm; velocidad de rotación: 6 rpm; capacidad de avance: hasta 40 m/día; equipo humano: 17 personas; tiempo de trabajo: 2 x 9 horas más 6 horas de mantenimiento; explotación: 320 días al año. El precio de cada tuneladora es de unos 25 M€.*

Por su parte, en las obras del túnel que atraviesa Seattle, se está empleando la tuneladora de presión de tierras con mayor diámetro existente hasta ahora. De nombre "Bertha" (en la foto) –en honor de Bertha Knight, la primera alcaldesa de Seattle, entre 1926 y 1928–, la tuneladora tiene un diámetro de 17,5 metros, lo que permite abrir de una vez secciones completas de un doble túnel a dos alturas. Fabricada por la firma japonesa Hitachi Zosen, "Bertha" pesa 7.000 t, tiene una longitud de 112 m y ofrece un empuje máximo de 39.200 t.

Dep. Transportes. Estado de Washington



En el túnel Legacy Way de Brisbane, se han empleado dos tuneladoras –de nombres "Annabelle" y "Joyce"– de la marca Herrenknecht, con 12 m de diámetro, 110 m de longitud y 2.800 t de peso. "Joyce" ha batido en la obra australiana todos los récords de avance: diario (48 m), semanal (239,9 m) y mensual (841,9 m).

Otro reto ha sido el de la tuneladora empleada en el túnel bajo el canal del Vístula, en Gdansk (Polonia), ya que, además de ser la mayor tuneladora empleada nunca en este país (12,6 m de diámetro), es la primera vez que una empresa española utiliza una de tipo hidroescudo en una obra de estas características.

En el caso del Crossrail, el primer desafío fue el montaje de las tuneladoras (de más de 7 m de altura y 140 m de longitud), que tuvieron que ser ensambladas a 400 m del lugar donde iba a comenzar la excavación. Para el traslado, en plena ciudad, hubo que levantar la pasarela peatonal de Hampden con gatos hidráulicos.

Dep. Transportes, Estado de Washington

FCC

♦ Túnel de Seattle (izqda.) y túnel de Coatzacoalcos (México).

de túneles, entre tubos principales y galerías, y de la estación de metro de Nordhavnen, de 80 m de largo. Por otro lado, la construcción de una central hidroeléctrica sobre el río Inn, en el Tirol austriaco. Las obras tienen como uno de sus elementos más importantes la construcción de un túnel que canalizará el agua hasta la central eléctrica y que, con sus 22,6 km de longitud, será el más largo de Austria. El túnel será abierto con dos tuneladoras de tipo escudo.

> De Australia a América

Más allá de nuestro continente, también hay presencia española en algunos de los túneles más singulares o complejos realizados recientemente o aún en ejecución. Acciona es socio mayoritario del consorcio Transcity, que ha sido el encargado del diseño, excavación y construcción (además del mantenimiento durante 10 años) del túnel Legacy Way, un proyecto consistente en dos túneles gemelos de 4,3 km de longitud y 12,4 metros de diámetro, que discurren a una profundidad de hasta 40 m, y que conectan la Western Freeway en Toowong con el anillo metropolitano Inner City Bypass de la ciudad de Brisbane, la capital del estado australiano de Queensland. Para la excavación de los túneles se emplearon dos máquinas tuneladoras que han trabajado a razón de un avance medio de 48 m diarios y 842 m mensuales, un rendimiento que ha permitido terminar la excavación en un tiempo récord. El proyecto ha sido galardonado con varios premios, como el Tunnelling Project of the Year de 2013 y el Environmental Mitigation Award de 2014. Las obras, terminadas este mismo año, con un importe total cercano a los 1.100 M€, permiten reducir considerablemente los tiempos de transporte entre el Este y Oeste de Brisbane, así como mejorar las repercusiones medioambientales derivadas de la circulación por la ciudad. También en Australia, Leighton, filial de ACS, ha resultado adjudicataria del proyecto de construcción del tramo Noroeste del metro de Sydney, lo que supone 15 kilómetros de túneles dobles.

Ya en el continente asiático, en el distrito de Central Wanchai de la ciudad de Hong Kong, también el grupo ACS está realizando trabajos en los túneles de la autopista que atravesará esa ciudad de Este a Oeste. Las obras comprenden la instalación eléctrica, los sistemas de ventilación, control de tráfico y vigilancia del túnel, las obras de revestimiento y pavimentado, así como la construcción de un edificio administrativo. Con estas obras se mejorará y descongestionará el tráfico entre el distrito de Wanchai, considerado como el centro de negocios de Hong Kong, con los distritos más residenciales de la urbe china. No es el único túnel que realizará el grupo ACS en Hong-Kong, ya que Leighton lidera el consorcio que se ha adjudicado a principios de este año las obras para la construcción de una estación de metro y 300 m de túnel que unirán el distrito de Wanchai Norte con los Nuevos Territorios.

Otro proyecto singular y de alta complejidad es el que realiza en Seattle la misma empresa ACS Dragados, que lidera el consorcio Seattle Tunnel Partners. Se trata de un túnel urbano de 2,7 kilómetros que atravesará la ciudad de Seattle, en el estado de Washington, y que permitirá retirar el viaducto Alaskan Way, dañado por un terremoto en 2001. Para la excavación del túnel se está utilizando la tuneladora de presión de tierras con un mayor diámetro existente en la actualidad, 17,5 m. Dicha sección permitirá la construcción de dos calzadas de dos carriles cada una superpuestas a niveles distintos. El proyecto, con un presupuesto inicial de 1.350 millones de dólares, incluye además del túnel las obras de los dos accesos, norte y sur, así como edificios de control y mantenimiento y todos los sistemas de circulación, vigilancia, ventilación, alumbrado y protección contra incendios entre otros.

Además del túnel de Seattle, el grupo ACS realiza otros proyectos en América del Norte. Así, en Canadá, se ha adjudicado recientemente dos contratos que implican la realización de importantes obras en el subsuelo: el metro de Ottawa y la construcción del túnel ferroviario de Erlington en Toronto. Y en Nueva York este grupo viene realizando desde hace tiempo la ampliación del metro de Nueva York dentro del proyecto East Side Access (ESA). Las obras suponen la excavación, mediante dos tuneladoras de 6,7 m de diámetro, de cuatro túneles en dos niveles con una longitud total de 7,3 km, así como, en una segunda fase, la ex-

cavación y revestimiento de dos cavernas de 18 x 20 x 344 m bajo Grand Terminal Central, túneles parcialmente ejecutados con TBM, y galerías de acceso. Perteneciente al mismo megaproyecto es el contrato que, como continuación del anterior, se ha adjudicado recientemente al mismo grupo. Las obras en su conjunto conectarán las líneas de Long Island Road en Queens con una nueva terminal bajo la estación central de Manhattan, lo que incrementará la capacidad del metro y disminuirá el tiempo de viaje entre Long Island y Queens hasta el corazón de la isla de Manhattan. Y sin abandonar Nueva York, OHL, aparte de realizar también obras en la ampliación del metro, ha sido la responsable de la ejecución del proyecto Replacement of Water Siphon, consistente en un túnel hidráulico entre Staten Island y Brooklyn.

Más al sur del continente, en México, FCC ejecuta el primer túnel sumergido de Latinoamérica. Se trata del túnel bajo el río Coatzacoalcos, en el Estado de Veracruz, primera obra de estas características que se hace en este país y también la primera obra de América Latina realizada en hormigón armado mediante cajones de hormigón pretensado que posteriormente se fondean y conectan entre sí en el lecho del río. La obra consiste en la apertura y ejecución de una carretera de 2,3 km, de los cuales algo más de 1 km discurre por el túnel (696 m de túnel sumergido), con cuatro carriles de circulación que en el tramo de túnel tienen una anchura de 3,75 m más arcén. El túnel sumergido es de hormigón armado y longitudinalmente está también "pretensado", al objeto de resistir las cargas sísmicas. La sección transversal es de 25,1 x 9,2 m con dos espacios libres interiores de 5,5 x 9,5 m y una galería de servicios central de 1,4 x 6,46 m para alojar las instalaciones de explotación y control del túnel, así como servir de evacuación en caso de emergencia. El apoyo del túnel sumergido se encuentra a una cota máxima de 30 m por debajo del nivel medio del agua. El túnel de Coatzacoalcos, que une el núcleo urbano de esta ciudad (principal puerto industrial de México) con el barrio de Allende (con importantes plantas petroquímicas), representa una innovación tecnológica que aplica la técnica de *Immersed-tunel method*, que permite prefabricar en un dique seco secciones de hormigón armado del túnel, prepararlas para su flotación, remolcarlas y colocarlas en el fondo del lecho fluvial sin que sea necesario utilizar maquinaria especial de perforación. En el desarrollo del proyecto se ha tenido en cuenta la necesidad de que la navegabilidad del río Coatzacoalcos no se viera afectada durante la ejecución de la obra. También en México y también a cargo de FCC, destaca el túnel de El Sinaolense, que forma parte de la autopista Mazatlán-Durango, una de las obras públicas más importantes del país en los últimos años. El túnel El Sinaolense es el más singular, complejo y largo de todos los túneles proyectados en esta vía. Con sus 2.794 m se convertirá en el segundo más largo de México, contando con el más avanzado equipamiento en materia de alumbrado, comunicación, ventilación, contraincendios y señalización.

Dep. Transportes. Estado de Washington

♦ Trabajos en el túnel de Seattle y esquema de la sección del mismo túnel.

Aún en México, Aldesa ha realizado y sigue ejecutando varios túneles de carreteras, especialmente en la ya citada autopista Durango-Mazatlán, donde la empresa ha contratado en los últimos años más de 10 km de túneles. La misma empresa, también en el continente americano, lleva a cabo la ejecución de varios túneles hidráulicos. Cabría destacar, por su longitud, el túnel emisor Poniente II en Cuautitlán Izcalli (Estado de México), de 5,5 km de longitud y 7 m de diámetro, ejecutado con tuneladora. El túnel conectará el Interceptor Poniente, que drena las aguas de México, D.F., con el río San Javier, con el fin de mitigar las inundaciones que periódicamente se producen en el valle de México.

Por último, para completar este recorrido por los túneles españoles en el mundo, vamos al extremo sur del continente, a la región chilena de Antofagasta, donde Acciona y Ossa están construyendo túneles de inyección de aire en Chuquicamata, una de las minas de cobre a cielo abierto más grandes del mundo. Se trata de la construcción de dos túneles paralelos excavados por perforación y voladura; tienen 4,3 km cada uno, una sección de 10,74 m de ancho y 8 m de alto, con pendientes superiores al 14%, y se conectan entre sí mediante tres galerías de 27 m cada una. En las labores de sostenimiento por shotcrete se emplean equipos de proyección de hormigón robotizados. El proyecto "Mina Chuquicamata Subterráneo" permitirá cambiar radicalmente la forma de explotación de este yacimiento, de donde se extrae mineral de cobre desde hace más de cien años, pasando de ser una mina a cielo abierto a una mina subterránea. □

© ALSTOM 2015

*Diseñar Fluidez

ALSTOM ESPAÑA

Compromiso industrial y tecnológico

Alstom España es uno de los principales actores del sector del transporte ferroviario en España. Con cerca de 2.000 trabajadores en 19 centros de trabajo, Alstom España cuenta con una fábrica de material rodante y diversos centros de innovación dedicados tanto al mercado nacional como a la exportación, en materia de seguridad ferroviaria, señalización, infraestructuras, mantenimiento y fabricación de trenes. Alstom España exporta más de la mitad de su facturación y participa, en consorcio con otras empresas españolas, en grandes contratos ferroviarios a nivel internacional.

Con Alstom diseñar fluidez se convierte en una realidad

www.alstom.com

ALSTOM
Designing fluidity*

ferrovial
agroman

AT HEATHROW AIRPORT T2

WE HAVE OUTDONE OURSELVES

+ 5.5 MILLION WORKING HOURS: NATIONAL RECORD FOR THE NUMBER OF WORKING HOURS WITH NO ACCIDENTS
+ TEAM FORMED BY MORE THAN 5,000 PEOPLE
+ 5 AWARDS AT THE HEATHROW SAFETY AWARDS 2012
+ 3 INTERNATIONAL AWARDS FOR HEALTH AND SAFETY AND SUSTAINABILITY 2013
  - CONSTRUCTING EXCELLENCE
  - ROSPA
  - CONSIDERATE CONSTRUCTORS
+ INTERNATIONAL "GREEN APPLE" 2013 AWARD FOR ITS OUTSTANDING RECORD IN ENVIRONMENTAL PRACTICES AND SUSTAINABILITY
+ 4,26/5 IS THE RESULT FROM THE ASQ SATISFACTION SURVEY COMPLETED BY PASSENGERS
+ CAPACITY OF 20 MILLION PASSENGERS PER YEAR
+ OPERATES MORE THAN 336 DAILY FLIGHTS TO 57 WORLDWIDE DESTINATIONS THROUGH 27 AIRLINES
+ 40% OF REDUCTION OF CO2 EMISSION
+ TOTAL INVESTMENT £2.5 BILLION

Centro virtual de publicaciones del Ministerio de Fomento:
www.fomento.gob.es

Catálogo de publicaciones de la Administración General del Estado:
http://publicacionesoficiales.boe.es

Título de la obra: **Revista del Ministerio de Fomento nº 652 EXTRA julio-agosto 2015**
INGENIERÍA ESPAÑOLA EN EL EXTERIOR
Autor/Editor: Secretaría General Técnica; Centro de Publicaciones, Ministerio de Fomento
Año de edición: septiembre 2015

Edición digital:
1ª edición electrónica: septiembre 2015
Formato: Pdf
Tamaño: 14 MB

NIPO: 161-15-006-6
I.S.S.N.: 1577-4929

P.V.P. (IVA incluido): 3,00 €

Edita:
Centro de Publicaciones
Secretaría General Técnica
Ministerio de Fomento©

Aviso Legal: Todos los derechos reservados.Esta publicación no podrá ser reproducida ni en todo, ni en parte, ni transmitida por sistema de recuperación de información en ninguna forma ni en ningún medio, sea mecánico, fotoquímico, electrónico o cualquier otro.

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO
SECRETARIA GENERAL TECNICA
CENTRO DE PUBLICACIONES

Revista del Ministerio de

Fomento

Septiembre 2015 Nº 653 3€

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

La A-66 completa su recorrido en Zamora y ya une Gijón y Sevilla

En servicio la variante suroeste de Talavera de la Reina

Viaducto del Guadalhorce en la LAV Antequera-Granada

Aeropuerto Málaga-Costa del Sol: donde la energía se hace más eficiente

CARRETERAS SIEMPRE COMO EL PRIMER DÍA
CON LOS ASFALTOS DE CEPSA.

En Cepsa contamos con una amplia gama de productos de última tecnología para cuidar y conservar el buen estado de las carreteras. Desde masillas sellantes hasta la **gama ELASTER**, última generación de betunes modificados con polímeros. Sea cual sea tu necesidad, **elige Asfaltos de Cepsa** y estrena **carretera cada día**.

Más información en **www.cepsa.com**

CEPSA

Contenido

Director de la Revista: Antonio Recuero.

Jefe de Redacción: Mariano Serrano.
Maquetación: Aurelio García.
Secretaria de redacción: Ana Herráiz.
Archivo fotográfico: Vera Nosti.
Portada: AUTPLATA.
Elaboración página web: www.fomento.gob.es/publicaciones. Concepción Tejedor.
Suscripciones: 91 597 72 61 (Esmeralda Rojo Mateos).
Colaboran en este número: Jaime Arruz, Jesús Ávila Granados, Pepa Martín, Javier R. Ventosa y Julia Sola Landero.
Comité de redacción: Presidencia: Mario Garcés Sanagustín *(Subsecretario de Fomento).*
Vicepresidencia: Eugenio López Álvarez *(Secretario General Técnico).*
Vocales:, *Luis Izquierdo Labella (Director de Comunicación),* Pilar Garrido Sánchez *(Directora del Gabinete de la Secretaría de Estado de Infraestructuras, Transporte y Vivienda),* Eloísa Contín Trillo-Figueroa *(Jefa del Gabinete del Subsecretario),* Mónica Marín Díaz (*Directora del Gabinete Técnico de la Secretaría General de Infraestructuras),* Mª José Rallo del Olmo *(Jefa del Gabinete Técnico de la Secretaría General de Transportes),* Pedro Guillén Marina *(Director del Centro de Publicaciones)* y Antonio Recuero *(Director de la Revista).*
Dirección: Nuevos Ministerios. Paseo de la Castellana, 67. 28071 Madrid.
Teléf.: 915 978 084. Fax: 915 978 470.
Redacción: Teléf.: 915 977 264 / 65.
E-mail: cpublic@fomento.es
Impresión y publicidad: Comunicación y Diseño.
C/ O'Donnell, 18, 5º H 28009 Madrid.
Teléf.: 91 432 43 18. Fax 91 432 43 19.
E-mail: revistafomento@cydiseno.com
www.cydiseno.com
Dep. Legal: M-666-1958. ISSN: 1577-4589.
NIPO: 161-15-005-0

Edita:
Centro de Publicaciones.
Secretaría General Técnica
MINISTERIO DE FOMENTO

Esta publicación no se hace necesariamente solidaria con las opiniones expresadas en las colaboraciones firmadas

Esta revista se imprime en papel con un 60% de fibra reciclada postconsumo y un 40% de fibras vírgenes FSC.

GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO DE FOMENTO

CARRETERAS

02

Completado el gran eje oeste.

La autovía Ruta de la Plata (A-66) concluye en Zamora su itinerario Gijón-Sevilla.

CARRETERAS

12

Junto a la vega del Tajo.

En servicio el primer tramo de la variante suroeste de Talavera de la Reina.

FERROCARRIL

20

Elevado sobre el olivar.

Viaducto sobre el río Guadalhorce y la autovía A-92 en la conexión de alta velocidad Antequera-Granada.

AEROPUERTOS

28

Máxima eficiencia.

El aeropuerto Málaga-Costa del Sol reduce su consumo eléctrico en 23 millones de kWh en los tres últimos años.

32. Hicieron historia.
Décimo aniversario del Museo Aeronáutico del aeropuerto de Lanzarote.

38. Y no la de Mérimée.
Las antiguas fábricas de tabaco: patrimonio industrial y memoria del trabajo femenino.

48. Prodigioso artificio.
La fuente de Cella, el mayor pozo artesiano de Europa.

56. Memoria digital.
La nueva colección Juanelo Turriano de la ingeniería busca hacer más fácil su conocimiento desde Internet.

60. Breves.

La autovía Ruta de la Plata (A-66) concluye en Zamora su itinerario Gijón-Sevilla

Completado el gran eje oeste

Origen del nuevo tramo de la autovía A-66 en el enlace con la autovía del Noroeste (A-6). Al fondo, Benavente.

Javier R. Ventosa. Fotos: AUTPLATA

La autovía Ruta de la Plata, gran eje vertebrador del oeste peninsular, ha completado su largo itinerario de más de 800 kilómetros tras la puesta en servicio del último tramo al norte de Zamora, de 49,2 kilómetros. La conclusión de este tramo de alta capacidad castellano-leonés es el resultado de una iniciativa de colaboración público-privada promovida por el Ministerio de Fomento y desarrollada por un consorcio de empresas.

Benavente-Zamora, el último tramo de la autovía Ruta de la Plata (A-66), fue puesto en servicio el pasado 12 de mayo y desde esa fecha permite a los automovilistas cubrir el trayecto entre Gijón y Sevilla por una vía de gran capacidad de forma ininterrumpida, sin necesidad de circular por una carretera nacional. Con ello se completa el principal eje de comunicaciones del occidente peninsular, una infraestructura viaria de última generación que servirá para impulsar la competitividad y el desarrollo económico en este corredor, además de mejorar la vertebración territorial y la cohesión social y económica de los territorios que atraviesa. Su desarrollo ha sido una de las prioridades del Ministerio de Fomento en materia de carreteras en los últimos años.

El cierre de ese itinerario en la provincia de Zamora, calificado como “un acto de justicia social” por la ministra de Fomento en una visita previa a las obras, ha propiciado el trasvase del tráfico de largo recorrido desde la carretera N-630 a la A-66 en busca de los beneficios que aporta la nueva infraestructura. Por un lado, supone una conducción mucho más cómoda y segura que el tránsito por la N-630. Por otro, reduce el tiempo de viaje entre Benavente y Zamora en prácticamente 25-30 minutos, dejándolo en media hora. Además, la autovía ha erradicado la travesía urbana de cerca de 8.000 vehículos diarios por siete localidades (Barcial del Barco, Villaveza del Agua, Santovenia, Granja de Moreruela, Riego del Camino, Fontanillas de Castro y Montamarta), lo que implica mayor seguridad vial y menos contaminación y molestias para los vecinos.

La construcción del tramo Benavente-Zamora, iniciada en el verano de 2013 y realizada con un presupuesto de 179 M€, ha sido obra de las empresas Acciona Infraestructuras y Ferrovial-Agromán, con proyecto de Acciona Ingeniería y Euroestudios y dirección de obra de la asistencia técnica de la UTE Alauda-GIS. Esta actuación corresponde a un contrato de concesión de obra pública que incluye, además de la construcción de la autovía, su posterior conservación y explotación durante un periodo de 30 años por parte de la concesionaria. Según el cronograma de obras, dos de los tres tramos del trazado debían abrir en mayo y el tercero en julio, pero la finalización anticipada de este último ha permitido la puesta en servicio conjunta de los tres. Durante la obra ha habido picos de 500 personas trabajando en los tres tramos.

.\ Características de los tres tramos

El recorrido Benavente-Zamora, de 49,2 kilómetros, discurre por las comarcas de Tierra del Pan, Tierra de Campos y Benavente/Los Valles, a través de terrenos llanos y de cultivo que no han requerido grandes desmontes ni importantes obras de ingeniería. Su construcción se ha dividido en tres tramos: Autovía A-6 (Castrogonzalo)-Santovenia del Esla, Santovenia del Esla-Fontanillas de Castro y Fontanillas de Castro-Zamora Norte. Todos ellos comparten las mismas características de una autovía de última generación, con radio mínimo de 1.700 metros, pendiente máxima del 2,35% y velocidad de proyecto de 120 km/h. La sección de autovía está formada por dos calzadas de 7 metros que incluyen dos carriles de 3,5 m cada una, arcenes exteriores de 2,5 m e interiores de 1,0 m, bermas de 1,10 m y mediana de 10 m de anchura. El paquete de firmes, dispuesto sobre una explanada E3, se compone de 20 cm de suelo cemento y 15 cm de mezclas bituminosas para las capas base, intermedia y de rodadura.

Área de descanso en el subtramo Fontanillas de Castro-Zamora. A la izquierda, trazado de la línea de alta velocidad a Galicia.

Un tramo concesionado

El tramo Benavente-Zamora de la A-66 es el resultado de una iniciativa de colaboración público-privada desarrollada entre el Ministerio de Fomento y la sociedad concesionaria Autplata (formada por el fondo de infraestructuras francés Meridiam y las concesionarias Cintra y Acciona Concesiones), que suscribieron en diciembre de 2012 un contrato para el diseño, construcción, conservación y explotación durante 30 años del tramo por importe de 1.054 M€. Se trata de una fórmula ya experimentada en el campo de las infraestructuras del transporte en España que tiene importantes ventajas, entre ellas la eficiencia presupuestaria para la Administración, la celeridad en la construcción de la vía o la garantía de una conservación y explotación adecuadas.

Mediante este contrato, la concesionaria ha proyectado y construido con sus propios recursos los 49,2 kilómetros del tramo en un plazo de 29 meses (22 correspondientes a la ejecución) y ha comenzado a explotarlo desde su puesta en servicio, el pasado 12 de mayo. A cambio, recibe desde esa fecha un canon mensual por disponibilidad y calidad del servicio de la infraestructura, que le permitirá recuperar lo invertido y obtener beneficios a lo largo de la concesión. No obstante, para ello la autovía deberá estar en condiciones óptimas para la circulación, lo que se verificará a través de mediciones de contraste mediante indicadores de calidad y servicio definidos por la propia Administración, que serán realizadas por la Demarcación de Carreteras del Estado de Castilla y León Occidental del Ministerio de Fomento, a quien corresponde la labor de inspección y control de la autovía. El tramo revertirá a la Administración al término del plazo concesional, en el año 2042.

Enlace de Santovenia y cruce bajo la carretera N-630.

Autovía A-6-Santovenia del Esla

El tramo 1 de la concesión atraviesa los términos municipales de Castrogonzalo, Villanueva de Azoague, Barcial del Barco, Villaveza del Agua y Santovenia del Esla. Es el más septentrional de los tres y tiene una longitud de 14,3 kilómetros, a los que hay que sumar 1,6 kilómetros del tronco en el enlace con la autovía A-6. Este recorrido ha permitido eliminar las travesías urbanas de la N-630 en Barcial del Barco, Villaveza del Agua y Santovenia del Esla, con calles inapropiadas para el tráfico interurbano.

El trazado arranca al sureste de Benavente, en un enlace con la autovía del Noroeste (A-6), con tipología de trébol parcial. Como consecuencia de esta obra se ha remodelado el anterior enlace de Castrogonzalo, ampliando la plataforma de la autovía A-6 entre el anterior enlace y el nuevo enlace con la A-66 y construyendo vías colectoras en la margen derecha de la A-6, de forma que esta autovía tiene tres tramos por sentido hasta Benavente. A partir de aquí, la autovía A-66 se dirige hacia el sur en paralelo al río Esla por la margen izquierda y a la N-630, dejando la Reserva Natural de las Lagunas de Villafáfila al este. El tramo finaliza al sur de Santovenia.

El nuevo tramo de autovía reduce el tiempo de desplazamiento entre Benavente y Zamora en 25-30 minutos, dejándolo en una media hora

En el trazado se han dispuesto otros dos enlaces: Santovenia-Villaveza, con tipología de diamante con pesas y un ramal de 850 metros para conectar con la N-630, que permite el acceso a ambas poblaciones; y Santovenia, al final del tramo, con la misma tipología y un ramal de 480 metros para conectar con las carreteras N-630 y ZA-100 mediante otra glorieta. En este enlace se ha construido un área de descanso de 4.000 m^2. El trazado tiene un cruce con una antigua línea férrea, repuesta con un trazado de camino susceptible de convertirse en vía verde, y con las carreteras de Villaveza a Villafáfila y de Santovenia a Villafáfila, que se han repuesto manteniendo el trazado en planta anterior mediante una variante en alzado sobre la autovía. En el capítulo del drenaje, se han construido 50 obras de drenaje transversal y un variado abanico de elementos de drenaje longitudinal. También se han dispuesto nueve pasos de mediana.

Doble viaducto sobre la cola del embalse de Ricobayo, en paralelo al viaducto de la N-630.

En total, en el tramo se han ejecutado 17 estructuras en el tronco (un viaducto, un puente, 12 pasos superiores, dos pasos inferiores y un paso multifiuncional) y otras cinco en el enlace con la A-6, todas ellas, salvo una, con cimentación superficial. La más destacada es el viaducto de Prado Ramiro, de 155 metros de longitud, formado por dos tableros divididos en cuatro vanos, constituidos por cuatro vigas prefabricadas tipo doble T de canto 1,85 metros. Los pasos superiores de caminos, vías pecuarias o carreteras, así como los del enlace con la A-6, están formados por vigas prefabricadas de tipo artesa, mientras que los pasos inferiores se han resuelto mediante marcos de hormigón armado.

Santovenia del Esla-Fontanillas de Castro

El tramo intermedio de la concesión es también el más largo de los tres, con una longitud de 17,9 kilómetros, y se desarrolla por los términos municipales de Santovenia del Esla, Bretó de la Ribera, Granja de Moreruela, Manganeses de la Lampreana y San Cebrián de Castro. Próximo al trazado, pero sin ser afectada por este, se encuentra la ZEPA (zona de especial protección de aves)

Magnitudes de obra

Excavación en desmonte	6.708.736 m^3
Terraplén	4.132.561 m^3
Suelo cemento SC 40	345.175 m^3
Suelo estabilizado in situ	1.746.114 m^3
Mezclas asfálticas	475.691 t
Hormigón estructural	45.572 m^3
Acero B 500 S	5.741.522 kg
Vigas prefabricadas	10.440 m
Encofrado	48.165 m^2

Lagunas de Villafáfila. El nuevo tramo de autovía evita la anterior travesía urbana de la N-630 por Granja de Moreruela, Riego del Camino y Fontanillas de Castro.

El nuevo trazado tiene su origen en el cruce con la N-630, a través de un paso superior, y se separa de la misma por el oeste, aunque durante la mayor parte del recorrido discurre en paralelo a la misma. En los primeros kilómetros atraviesa un monte de utilidad pública por la zona menos arbolada, supera el primer enlace y salva con viaductos los arroyos de Valdecasa y Laguna. Poco antes de llegar a Riego del Camino se produce un nuevo cruce sobre la N-630 y a partir de aquí el trazado se aleja hacia el este, disponiéndose a continuación un segundo enlace. En los últimos kilómetros la autovía se acerca a la N-630, concluyendo en el tercer enlace, una vez superada la localidad de Fontanillas de Castro.

En este tramo se han dispuesto tres enlaces, todos ellos con tipología de diamante con pesas: con la carretera ZA-123; con las carreteras N-630 y ZA-714 (a Manganeses de la Lampreana), que incluye un ramal de 700 metros para conectar con la nacional; y con la N-630 cerca de Fontanillas de Castro, incluido un ramal de 340 metros de conexión con la nacional. Dado que el enlace se sitúa entre este tramo y el contiguo, los ramales ejecutados son los situados en los p.k. decrecientes. Adosado al segundo enlace se ha construido un centro de conservación. En el capítulo de drenaje, se han ejecutado un total de 47 obras de drenaje transversal; también se han dispuesto 11 pasos de mediana.

El nuevo ha requerido 18 nuevas estructuras, tres viaductos, diez pasos superiores y cinco pasos inferiores, para salvar carreteras, cauces o vaguadas y permitir la permeabilidad transversal de la autovía. Entre los primeros figuran los viaductos de La Laguna (196 metros), sobre el arroyo de Valdeloso (42 metros) y sobre el cauce de otro arroyo (31 metros), construidos mediante dos tableros iguales y formados por vigas prefabricadas de doble T. Los pasos superiores se han resuelto mediante vigas cajón prefabricadas y los pasos inferiores se han construido con marcos o vigas de doble T.

Dentro de las actuaciones de este tramo se incluye, además, un área de servicio y sus ramales de acceso, construidos como proyecto segregado. Situado entre los p.k. 8+100 y 8+600, consiste en dos áreas enfrentadas, una por sentido de circulación, con una superficie de 2,3 hectáreas cada una, que dan cabida a zonas complementarias de explotación comercial, que gestionará la empresa concesionaria.

Fontanillas de Castro-Zamora Norte

El tramo 3 discurre por los términos municipales de San Cebrián de Castro, Montamarta y Cubillos. Con una longitud de 16,9 kilómetros, su puesta en servicio ha permitido eliminar la anterior travesía urbana por la localidad de Montamarta.

Paso superior de camino sobre la doble calzada de la autovía y la calzada única de la N-630.

Con origen en el enlace de Fontanillas de Castro, el trazado se sitúa inicialmente en paralelo a la N-630, que se repone en una ocasión, y llega al embalse de Ricobayo, cuya cola salva mediante un doble viaducto, en paralelo al existente. Superado el embalse, el trazado se aleja de la N-630 por el este hasta alcanzar el enlace con las carreteras N-630 y N-631. Poco después vuelve a separarse de la nacional por el este y discurre durante seis kilómetros junto a la plataforma del tramo de la línea de alta velocidad a Galicia, rodeando la localidad de Montamarta, superada la cual se dispone un nuevo enlace. En la parte final, vuelve a discurrir cerca de la N-630 hasta finalizar en la conexión con el tramo Zamora (N)-Río Duero de la A-66, ya en servicio.

Cuatro son los enlaces que se han dispuesto en este tramo: Fontanillas de Castro (solo se han ejecutado los dos ramales sentido sur, ya que el resto se construyó como parte del tramo anterior), con las carreteras N-630 y N-631 (diamante con dos glorietas asimétricas), Montamarta (diamante con dos glorietas conectadas mediante un ramal con una tercera glorieta ubicada en la N-630) y Zamora (tipo trompeta, con una intersección con carri-

De Gijón a Sevilla

La autovía Ruta de la Plata (A-66) es el gran eje que vertebra el oeste peninsular, siguiendo en su parte central la Vía de la Plata romana (Mérida-Astorga), que le da nombre, y relevando a la carretera N-630. El trazado, a través de cuatro comunidades autónomas y ocho provincias, propicia un enlace de gran capacidad entre los puertos del norte y el sur peninsular sin pasar por Madrid. El eje Gijón-Sevilla tiene una longitud total de 809,740 kilómetros, según el Listado de Carreteras de la RCE del Ministerio de Fomento, correspondiendo cerca de 700 km a la propia autovía A-66, otros 78 km a la autopista de peaje AP-66 (León-Campomanes) y el resto al recorrido compartido con otras autovías. La A-66 es, por tanto, la segunda autovía más larga de España, tras la del Mediterráneo (A-7). Su construcción, iniciada a finales del siglo XX en Asturias y León, se ha desarrollado en su mayor parte durante la pasada década, finalizando de forma progresiva los tramos de Extremadura, Andalucía y, finalmente, Castilla y León, hasta completar en 2015 los 54 tramos del trazado. Este es un recorrido por las comunidades que atraviesa.

Asturias. *El trazado arranca en una avenida de Gijón y comparte una decena de kilómetros con el acceso sur y la A-8 hasta el nudo de Serín, desde donde se dirige en sentido sur hacia Oviedo. Tras rodear la capital por el este, cruza los valles mineros, con variantes en Mieres y Pola de Lena, y finaliza en Campomanes tras 54 km de recorrido. Desde aquí se continúa viaje hasta León a través de la cordillera Cantábrica por la AP-66 (21,6 km hasta el límite provincial) o por la N-630. En el recorrido asturiano, de seis tramos, la A-66 enlaza también con la A-63 (Oviedo-La Espina).*

Vista del área de servicio del subtramo Santovenia del Esla-Fontanillas de Castro, construido como un proyecto segregado.

Castilla y León. *Es la comunidad con mayor kilometraje del eje (320 km, incluidos 56 km de la AP-66) y el de más tramos (22) de la A-66, atravesando las provincias de León, Zamora y Salamanca. En su recorrido norte-sur a través de campos de cultivo y dehesas comunica las tres capitales provinciales y entronca en el nudo de Benavente con las autovías A-6 (Madrid-A Coruña) y A-52 (Rías Baixas). También enlaza con las autovías LE-30 (Ronda Sur de León), A-231 (León-Burgos), A-11 (del Duero), A-62 (Burgos-Frontera portuguesa), SA-20 (Ronda Sur de Salamanca) y con la autopista AP-71 (León-Astorga).*

Extremadura. *La A-66 cruza esta comunidad en un trazado de 297 km, dividido en 17 tramos, que discurre desde el puerto de Béjar en el norte hasta la sierra de Tentudía en el sur, salvando los ríos Tajo y Almonte al norte de Cáceres mediante los dos viaductos más emblemáticos de la autovía (Arcos de Alconétar y Almonte). El trazado discurre en variante junto a algunas de las principales ciudades extremeñas, como Plasencia, Cáceres, Mérida y Almendralejo, y conecta con las autovías EX-A1 (Navalmoral de la Mata-Plasencia) y A-5 (Madrid-Badajoz).*

Andalucía. *El trazado andaluz se inicia en la sierra de Aracena, en la provincia de Huelva, y se desarrolla luego por la provincia de Sevilla hasta alcanzar la capital hispalense, en un recorrido de 68,5 km dividido en nueve tramos. La autovía ha relegado al olvido la cuesta de la Media Fanega, tramo de la N-630 que durante años ha sido el gran obstáculo para comunicar Andalucía y Extremadura. La A-66 finaliza en la circunvalación SE-30 de Sevilla, aunque el gran eje norte-sur tiene continuidad por vías de alta capacidad hasta Cádiz y Algeciras.*

les de espera en la N-630; solo se han ejecutado los ramales situados al norte, ya que el resto del enlace ya estaba construido). En el capítulo de drenaje, se han construido 61 obras de drenaje transversal. También se han ejecutado ocho pasos de mediana.

Como estructuras, este tramo incluye un viaducto, siete pasos superiores y cinco pasos inferiores. El único viaducto, la obra más vistosa de todo el tramo, cruza sobre la cola del embalse de Ricobayo mediante dos tableros formados por siete vanos de longitudes 16,50 m + 6x33 m, para una longitud total de 214 metros, resueltos mediante cuatro vigas prefabricadas tipo doble T de canto 1,65 m, con pilas de tipo aporticado, un estribo abierto y otro cerrado. Los pasos superiores se han construido mediante una o dos vigas cajón y los pasos inferiores mediante marcos (4) y vigas tipo doble T (1).

.\ Actuaciones ambientales

La construcción del tramo Benavente-Zamora ha incluido la implementación de medidas preventivas, correctoras y compensadoras para reducir el impacto am-

La autovía A-66 discurre en paralelo a la carretera N-630 en buena parte del trazado. Al fondo, enlace de Fontanillas de Castro.

biental de la autovía durante las fases de ejecución y explotación, en cumplimiento de la Declaración de Impacto Ambiental, con un importe de 6,8 M€. Así, se han llevado a cabo actuaciones para la protección del terreno, la vegetación y las poblaciones animales, entre ellas el trasplante de encinas a lo largo de la traza para su utilización en la adecuación ambiental, el acondicionamiento de las obras de drenaje para el paso de vertebrados o el cerramiento metálico de la autovía para evitar atropellamientos. Casi un tercio de los 34 pasos superiores y 14 inferiores sirven como pasos de fauna, incluidos dos pasos multifuncionales con funciones de paso de fauna y obra de drenaje, dimensionados para permitir el tránsito de vertebrados medianos como el lobo.

También se han llevado a cabo medidas de restauración ambiental en los terrenos afectados por las obras, entre ellas la revegetación mediante tierra vegetal e hidrosiembra de taludes de desmonte, glorietas y sombra de viaductos, así como la plantación de arbustos en la mediana. En dos zonas aledañas a la autovía se han llevado a cabo medidas de restauración sobre una superficie conjunta de más de 40 hectáreas como compensación por la afección de las obras en las inmediaciones de la traza. En total, se han extendido 282.488 m^3 de tierra vegetal, 1.576.628 m^2 de siembras e hidrosiembras y se han plantado 106.243 árboles y arbustos.

Otras actuaciones han incluido el seguimiento y vigilancia arqueológica de dos yacimientos (El Espinacal y Vía de la Plata) localizados en el tramo Fontanillas-Zamora Norte, la reposición de 11 vías pecuarias y la instalación de 560 m^2 de pantallas de protección contra el ruido. ▮

Centro de publicaciones

Librería de publicaciones oficiales

www.fomento.gob.es

En servicio el primer tramo de la variante suroeste de Talavera de la Reina

Junto a la vega del Tajo

Pepa Martín. Fotos: DCE Castilla-La Mancha

Talavera de la Reina cuenta con una nueva variante que evita el tráfico por la travesía de la población toledana. Fomento ha invertido más de 31 millones de euros para hacer posible este tramo de 6,1 kilómetros de longitud.

Favorecer el tráfico de paso es el objetivo básico de la nueva variante suroeste de Talavera de la Reina, en la carretera Nacional 502, que une Ávila con Córdoba.

Este tramo de poco más de seis kilómetros evita la travesía de la población castellano-manchega, con un tráfico urbano especialmente conflictivo, y facilita la comunicación al interior de la localidad con la construcción de un nuevo puente sobre el río Tajo.

Hasta ahora, todo el tráfico de largo recorrido tenía que circular por dicha travesía, de 10 kilómetros muy complicados, ya que para cruzar el río no existía otro itinerario que llegar por carreteras autonómicas o locales hasta El Puente del Arzobispo, lo que suponía alargar el tiempo de recorrido.

Con la entrada en funcionamiento de la nueva variante se han conseguido, además, otras mejoras, entre ellas un aumento de la capacidad y seguridad vial de la comunicación con la autovía A5, y en el acceso a Talavera se evitan los giros a la izquierda utilizando glorietas.

También ha mejorado la comunicación con las carreteras autonómicas, se posibilita la conexión con la Ronda del Tajo, de titularidad autonómica, que una vez acabada constituirá una circunvalación sur, de oeste a este y la comunicación con otras zonas de Talavera y de su comarca.

Unidades de obra más significativas

Movimientos de tierras	
Terraplén	1.200.000 m³
Suelo estabilizado	41.808 m³
Firmes y pavimentos	
Zahorra artificial	20.813 m³
Suelo cemento	21.155 m³
Mezcla bituminosa en caliente	
Base	21.000 t
Intermedia	19.000 t
Rodadura	12.000 t
Estructuras	
Pilotes	3,83 km
Hormigón	7.800 m³
Acero pretensado	52,41 t
Acero pasivo	2.000 t
Vigas TT	4,32 km
Vigas artesas	133 m
Sección del firme	
Capa rodadura	3 cm tipo M-10
Capa intermedia	7 cm tipo S-25
Capa base	8 cm tipo G-25
Subbase suelo cemento	22 cm

Vista aérea de uno de los vanos de acceso del nuevo viaducto sobre el Tajo.

Vista aérea del tramo de la variante.

Glorieta de conexión con la N-502.

Fomento ha invertido en esta nueva vía un total de 31,41 millones de euros, cofinanciados con el Fondo Europeo de Desarrollo (FEDER), de los cuales 26,35 corresponden al presupuesto de obra, a los que se suman otros 3,2 millones de euros del coste de las expropiaciones, y 1,86 millones de euros restantes a control y vigilancia de la ejecución.

.\ Características

La longitud del tronco de la variante es de 6,1 km, a los que hay que sumar otros tantos de ramales, y resto de conexiones que discurren con la variante, desde su origen en la conexión de la nacional N-502 con la A5 hasta la glorieta final en el kilómetro 120, de nuevo en la carretera nacional.

Consta de tres nudos: el primero de ellos enlaza por el norte con la actual carretera nacional N-502 y la autovía A-5, el segundo conecta con la carretera autonómica CM-4101, conocida como la carretera de Calera, y el último es la glorieta final de conexión con la citada carretera nacional.

La existencia de construcciones, granjas y vaquerías dispersas en la zona ha obligado a un trazado en planta con curvatura continua para sortear estas instalaciones y minimizar las expropiaciones. Los radios mínimos del trazado son suficientemente holgados, mayores a 525 m, que permiten que la velocidad de proyecto sea 100 km/h.

Aunque el terreno es sensiblemente llano, la existencia de una serie de obstáculos a salvar, como carretera, ferrocarril y diversos cursos de agua han obligado a elevar la rasante del orden de 5 a 9 m, por lo que toda la carretera va en terraplén, consiguiéndose pese a ello una buena integración en el paisaje, con una pendiente longitudinal suave en todo su trazado nunca superior al 2 por ciento. Asimismo se consigue una posibilidad de adelantamiento por cuestiones de visibilidad superior al 30 por ciento.

La sección tipo corresponde a una carretera convencional que consiste en una calzada de 7 metros con dos carriles de 3,5 metros cada uno, a los que se suma un arcén a cada lado de 1,5 metros de ancho y berma de un metro.

Estructuras

Se han construido 14 estructuras, pasos superiores o inferiores que suman en total una longitud del orden de 1 km, que permiten la permeabilidad transversal de la carretera con el ferrocarril Madrid-Badajoz, con la carretera autonómica CM-4101, con distintos caminos, una vía pecuaria y con los cursos de agua interceptados, que son el canal Bajo del Alberche, arroyos Baladiez y Bárrago y el río Tajo.

Vista aérea de acceso de los tramos de la nueva variante y, en la página opuesta, montaje de tablero del puente sobre el Tajo.

Puente sobre el río Tajo

Esta infraestructura consta de 4 vanos continuos: el primero, segundo y cuarto son vigas cajón de hormigón armado postesado construidas in situ *con cimbra cuajada. Las luces de estos tres vanos son de 27,75, 56,25 y 55,75 metros respectivamente.*

El vano tercero, denominado central, con su punto medio coincidiendo sensiblemente con el eje del río, tiene una luz de 114 m y está constituido casi en su totalidad por una estructura mixta de hormigón y acero.

Los arranques del tercer vano (en voladizo) se construyen monolíticamente con los vanos segundo y cuarto teniendo una sección cajón de hormigón armado.

El resto del tramo central está constituido por dos jácenas metálicas fabricadas en taller en cuatro módulos cada viga para facilitar el transporte a obra, donde cada uno de los módulos de las dos vigas se arriostran adecuadamente constituyendo un cuasicajón, con sus correspondientes rigidizadores y diafragmas transversales.

Los módulos 1 y 4 se izan mediante grúas y se anclan con cables de pretensado a los arranques en voladizo de hormigón mencionados. Los módulos 2 y 3 se sueldan entre sí en el taller de obra, y ya unidos posteriormente también se izan mediante dos grúas de 800 y 500 toneladas y se montan adecuadamente.

Las partes correspondiente a los módulos 1 y 4 se constituyen en estructura mixta con doble acción mixta (losa de hormigón superior e inferior debidamente unida con conectadores a las llantas de las jácenas, mientras que las de los módulos 2 y 3 ya soldados se constituyen en simple estructura mixta.

Finalmente se sueldan el extremo libre del módulo 1 al del extremo del módulo 2 y el del módulo 3 al del extremo libre del módulo 4, y la construcción del vano central se ha realizado sin afectar al rio ni sus márgenes.

Al margen del puente sobre el rio Tajo, que es el más importante de la variante, las características del resto de estructuras son, entre otras, unas luces del orden de 100 m en los puentes sobre cauces de agua motivadas por las prescripciones de la Declaración de Impacto Ambiental con relación a la protección de la vegetación de ribera.

Los puentes son de vigas prefabricadas de dos tipos: artesa, en el caso de que se trate de paso superior a una carretera y por tanto mayor exposición visual, debido a su mejor estética y acabado análogo al de una losa, y de vigas de doble T en el caso contrario.

Además del puente sobre el cauce ordinario del Tajo de 253,72 metros de luz, adosado a él se ha construido una serie de tramos isostáticos con una longitud total de 281,88 metros para salvar una zona de rellenos antrópicos, en una antigua gravera abandonada. Se le

Estructuras en la variante

Ampliación N-502 sobre canal
Paso ramal 5 sobre canal
Paso Ramal 6 sobre arroyo y canal
Paso inferior en el punto kilométrico 0+050
Paso inferior en el punto kilométrico 0+710
Paso sobre acequia en el punto kilométrico 0+930
Paso sobre arroyo Baladiez
Paso sobre ferrocarril punto kilométrico 2+140
Paso p.k. 3+020, enlace 2
Paso sobre arroyo Bárrago
Paso 3+740
Paso superior 4+842
Viaducto sobre el río Tajo sobre cauce ordinario
Viaducto sobre el vertedero

denomina "Puente sobre el vertedero". Al conjunto de los dos puentes, puente sobre el Tajo y el puente del Vertedero se le ha denominado "Viaducto del Tajo" con una luz total de 535,6 m.

Hay que decir que la capacidad de desagüe del conjunto del viaducto es superior a 7.000 m^3/seg, que es la avenida de 500 años, en régimen natural, es decir, sin contar los efectos de laminación de la onda de crecida de los embalses existentes aguas arriba.

Otras actuaciones

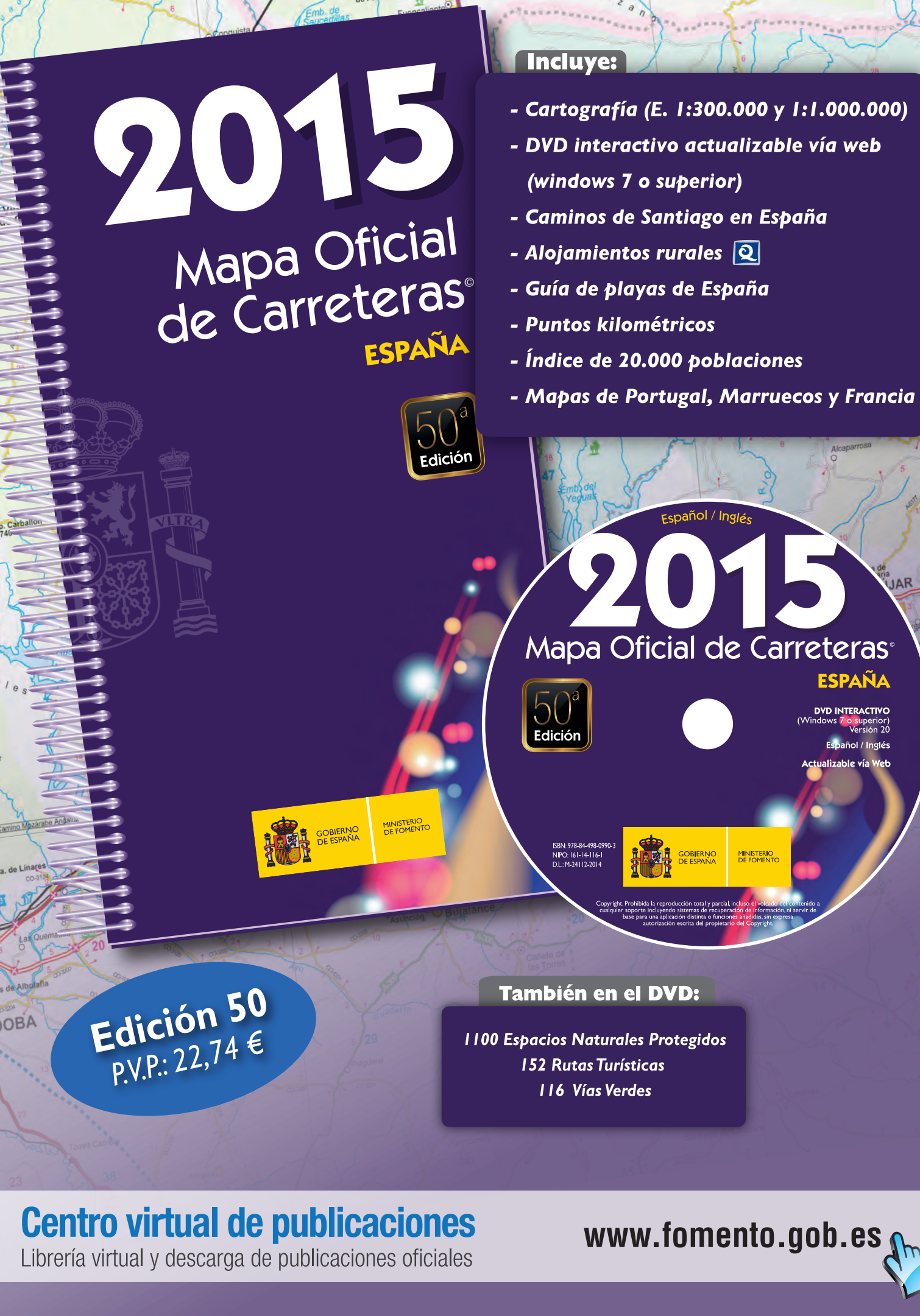
A lo largo de la variante se han dispuesto las defensas y pretiles necesarios ajustados a la normativa vigente, así como la señalización horizontal y vertical pertinente.

El trazado discurre por una zona de regadíos, por lo que también ha sido necesario reponer los servicios afectados por las obras. Entre ellos, 12 acequias y un colector de saneamiento, 12 líneas eléctricas aéreas, de ellas ocho de media tensión y cuatro de baja, y otras dos subterráneas de baja tensión que afectan a longitudes de 75 y 126 metros, además del desplazamiento de una vivienda prefabricada situada en el punto kilométrico 0+700.

En cuanto a las medidas de prevención y corrección de impacto ambiental que se han acometido, destacan la restitución de la vía pecuaria de Calera, la revegetación de los taludes de terraplén, la plantación de nuevas especies vegetales, cerramientos, pasos de fauna, balsa de decantación de aguas procedentes del tablero del puente sobre el Tajo, y protección con escollera de taludes de terraplenes y cimientos en cauces.

También se han instalado pantallas de protección contra el ruido a lo largo de la nueva vía, y en la construcción del puente sobre el río Tajo se han empleado técnicas de montaje respetuosas con el río y vegetación de ribera. Finalmente se ha procedido a la instalación del cerramiento perimetral de la variante mediante valla alambrada.

Vista de la variante en el enlace con la A5 y la N-502.


2015
Mapa Oficial de Carreteras©
ESPAÑA
50ª Edición
Incluye:
- Cartografía (E. 1:300.000 y 1:1.000.000)
- DVD interactivo actualizable vía web (windows 7 o superior)
- Caminos de Santiago en España
- Alojamientos rurales
- Guía de playas de España
- Puntos kilométricos
- Índice de 20.000 poblaciones
- Mapas de Portugal, Marruecos y Francia
Español / Inglés
2015
Mapa Oficial de Carreteras©
ESPAÑA
50ª Edición
DVD INTERACTIVO
(Windows 7 o superior)
Versión 20
Español / Inglés
Actualizable vía Web
GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO
ISBN: 978-84-498-0990-3
NIPO: 161-14-116-1
D.L.: M-24112-2014
Copyright. Prohibida la reproducción total y parcial, incluso el volcado del contenido a cualquier soporte incluyendo sistemas de recuperación de información, ni servir de base para una aplicación distinta o funciones añadidas, sin expresa autorización escrita del propietario del Copyright.
Edición 50
P.V.P.: 22,74 €
También en el DVD:
1100 Espacios Naturales Protegidos
152 Rutas Turísticas
116 Vías Verdes
Centro virtual de publicaciones
Librería virtual y descarga de publicaciones oficiales
www.fomento.gob.es

Viaducto sobre el río Guadalhorce y la autovía A-92 en la conexión de alta velocidad Antequera-Granada

Elevado sobre el olivar

▶ *Tramo correspondiente al cruce sobre la autovía A-92. Al fondo, boca del túnel de Antequera Nordeste.*

Javier R. Ventosa. Fotos: APIA XXI-Louis Berger

La obra civil de la línea de alta velocidad Antequera-Granada está ya prácticamente concluida y sobre el nuevo trazado se desarrollan desde hace meses los trabajos de superestructura. Entre las estructuras que se ultimaban este verano se encuentra el viaducto sobre el río Guadalhorce y la autovía A-92, que con sus más de 2,5 kilómetros será el segundo más largo de esta línea y el tercero de las líneas de alta velocidad en España.

Antequera-Peña de los Enamorados es el primer tramo de la línea de alta velocidad Antequera-Granada que, superado el nudo de Bobadilla-Antequera, inicia el trazado de esta infraestructura hacia el este, así como el punto de arranque de las principales estructuras de la misma. Aunque discurre por campos ondulados de la Vega de Antequera, sin obstáculos de entidad, algo menos de la mitad de los 8,5 kilómetros de este tramo se desarrolla sobre viaductos (cuatro, que suman 3,3 km) o en túnel artificial (uno, de 790 m), construidos para salvar autovías, cauces fluviales y líneas férreas o con objeto de evitar la afección a otras infraestructuras, siendo el segmento de mayor

inversión de toda la línea (147,9 M€). Su ejecución se encuentra ya en la fase final.

En la primera mitad del tramo, al noreste de Antequera, se alza la que es principal actuación singular del mismo: el viaducto sobre el río Guadalhorce y la autovía A-92. Se trata de una gran estructura de más de 2,5 kilómetros de longitud que eleva la traza ferroviaria sobre un mar de olivos circundantes antes de desaparecer en el túnel artificial de Antequera Nordeste, bajo la atenta mirada de la cercana Peña de los Enamorados. Esta imponente magnitud lo convierte en el segundo viaducto más largo de esta línea –tras el de Archidona, de 3.150 metros, situado a caballo de los dos tramos siguientes– y en el tercero de las líneas de alta velocidad de España.

Los principales obstáculos del viaducto son el cruce sobre la A-92 y los efectos de las fuerzas horizontales longitudinales debidas a su gran longitud

Los trabajos de construcción del tablero, ya finalizado, arrancaron en diciembre de 2012. Actualmente se trabaja en el hormigonado del viaducto y en la realización de diversos trabajos complementarios, obras que darán paso a la correspondiente prueba de carga. Posteriormente se instalarán los distintos elementos de la superestructura ferroviaria (balasto, carril, traviesas y postes de electrificación). La estructura, proyectada por la ingeniería APIA XXI-Louis Berger, ha sido construida por la UTE Peña de los Enamorados (Acciona Infraestructuras y Torrescámara), con asistencia técnica para el control de obra a cargo del consorcio Getinsa-Guía.

La gran longitud del viaducto responde a su ubicación en la llanura de inundación del río Guadalhorce. Sus principales obstáculos son el cruce con la autovía A-92 (Sevilla-Almería) y los efectos de las fuerzas horizontales longitudinales debidas, precisamente, a su gran longi-

Magnitudes del viaducto

Longitud	2.525,5 m
Vanos	49
Altura máxima de pilas	27 m
Hormigón	64.530 m^3
Acero pasivo	14.308 t
Acero pretensado	1.280 t
Acero estructural	1.590 t

▶ Página opuesta, vista general del viaducto, con el cauce del río Guadalhorce en primer término. En esta página, ejecución del tablero mediante autocimbra.

tud. Para ello se han diseñado e incorporado soluciones específicas, como un arco metálico sobre la autovía y una pila en forma de delta que hace frente tanto a esas fuerzas como a factores sísmicos, dado que la estructura está enclavada en una zona de riesgo sísmico medio. Su diseño y el proceso constructivo, además, han permitido minimizar la afección al Paisaje Agrario Singular de la Vega de Antequera, compatibilizando la viabilidad técnica del proyecto y la optimización de medios y costes con el cuidado de la estética de una actuación singular.

.\ Características

El viaducto sobre el río Guadalhorce y la autovía A-92 tiene una longitud total de 2.525,5 metros divididos en 49 vanos. Con una pendiente constante del 2,5%, el trazado presenta una primera parte sobre una curva a izquierdas de gran amplitud hasta llegar al cruce sobre el cauce fluvial, para seguidamente continuar con una curva a la derecha.

Debido a su longitud y a la necesidad de disponer de un vano más largo sobre la autovía, el viaducto presenta como característica singular un tablero dividido en dos tramos con secciones diferenciadas, aunque con la misma anchura (14 metros) característica de los viaductos de alta velocidad españoles. Los vanos típicos –los situados antes y después del paso sobre la autovía– están formados por un dintel de canto constante en sección cajón de hormigón pretensado, con un canto total de 3,40 metros en el eje del tablero, tipología común para este tipo de viaductos. La disposición de cables de postesado incluye un conjunto de cuatro familias de cuatro tendones por familia. Por su parte, el vano de cruce sobre la A-92, así como los dos vanos adyacentes, se resuelve con una sección mixta hormigón-acero de sección cajón, con un canto constante y de valor 3,40 metros en el eje en el centro del vano. La sección metálica presenta una tabla inferior de 5,50 metros de anchura, con las almas inclinadas. La losa superior de hormigón tiene un espesor de 0,45 metros en el eje, disminuyendo sobre las almas, mientras que los voladizos, de 3,50 metros de longitud, tienen un espesor de 0,20 metros

La pila en forma de delta es el punto fijo que hace frente a las fuerzas horizontales longitudinales a que está sometido el viaducto.

en el extremo. Así pues, ambas secciones (la sección cajón de hormigón pretensado y la sección cajón mixta hormigón-acero) presentan una apariencia formal prácticamente idéntica, lo que asegura, además de una correcta continuidad desde el punto de vista resistente, una adecuada continuidad visual.

El doble arco metálico con celosía triangulada que corona y soporta el vano que cruza sobre la autovía es el elemento más vistoso de todo el viaducto. Tanto la posición de los arcos como la geometría de la triangulación respetan el esviaje existente entre la alineación del viaducto y la autovía, mejorando de esta forma la estética del conjunto. Cada arco, de 90 metros de luz entre apoyos, tiene una flecha de 17 metros, lo que conduce a una relación flecha-luz de 1/5. El arco está formado por una sección rectangular hueca de dimensiones 1,50 x 1,50 metros, y presenta rehundidos en todas sus caras.

.\ Tipología de pilas

Las pilas tienen una altura variable para adaptarse al perfil del trazado, aunque su altura es similar. La más alta tiene 27 metros, precisamente en la zona más cercana al cruce sobre la autovía.

A lo largo del viaducto se contabilizan tres tipos de pilas. La pila típica, la más numerosa, es de hormigón armado y tiene un fuste de sección elíptica hueca y canto constante que se amplía progresivamente en la parte superior mediante un capitel también elíptico. Por su parte, las pilas del tramo metálico consisten en dos pórticos situados en los extremos del vano del arco. Estos pórticos están formados por fustes de hormigón armado coronados por una viga dintel postesada que aporta rigidez transversal y apoya al cajón metálico. Los fustes, de aproximadamente 23 metros de altura, es-

El viaducto divide sus 2.525 metros de longitud en un total de 49 vanos.

Una conexión encarrilada

◗ ***Nueva línea.*** *El Ministerio de Fomento, a través de Adif Alta Velocidad, afronta actualmente la fase final de los trabajos en la conexión de alta velocidad Antequera-Granada. El nuevo trazado, que se desarrolla a lo largo de 125 kilómetros por las provincias de Málaga y Granada, conectará la línea Córdoba-Málaga a la altura de Antequera con la terminal de Granada, propiciando el enlace de esta capital con la red de alta velocidad española y reduciendo significativamente los tiempos de recorrido con Madrid y Sevilla. La obra ejecutada en esta nueva infraestructura ronda ya los 1.200 M€.*

◗ ***Infraestructura.*** *Prácticamente un centenar de kilómetros del trazado tienen la plataforma y sus estructuras terminadas o en su fase final, y para los 27 kilómetros restantes, que coinciden con el paso por Loja, se lleva a cabo una solución consistente en la adecuación de la línea convencional Bobadilla-Granada mediante su electrificación y la implantación de un tercer carril sobre la traza actual, lo que permitirá la circulación de trenes de alta velocidad y convencionales. La solución de una vía única de tres carriles o de ancho mixto también se lleva a cabo en la fase I de los accesos de Granada (2,3 km).*

◗ ***Superestructura.*** *Los principales contratos de superestructura de la línea están todos en marcha. A lo largo de 2014 se adjudicaron los correspondientes a señalización y comunicaciones, línea aérea de contacto y sistemas asociados, así como el suministro de traviesas, balasto, carril, desvíos y aparatos de dilatación de todo el trazado. A principios de 2015 se han adjudicado los contratos de montaje de vía en los tramos Antequera-Loja y Tocón-Granada, además de la construcción del nuevo edificio de la estación de Antequera, que concentrará todos los servicios convencionales y de alta velocidad. En Granada también se lleva a cabo la adecuación y ampliación de la estación para recibir los servicios de alta velocidad.*

tán formados por una sección rectangular maciza cuyas dimensiones decrecen desde la base hasta la parte superior.

Hacia mitad del viaducto, a unos 200 metros del cruce sobre la autovía, se ha establecido un punto fijo, constituido por una pila en forma de delta o triángulo, cuya finalidad es hacer frente a las fuerzas horizontales longitudinales a que está sometida esta larga estructura. Esta singular pila consiste en dos fustes de hormigón postesado inclinados y unidos en la base por una viga horizontal. Ambos fustes convergen en el tablero creando el punto fijo del viaducto, cuya misión es hacer frente a las fuerzas horizontales inducidas en el tablero durante su vida útil, como son las debidas al rozamiento en los aparatos de apoyo por la dilatación y contracción térmica o por la retracción y fluencia del hormigón armado, las debidas al frenado de los trenes o incluso las generadas por acciones sísmicas.

Durante la construcción del viaducto se ha instalado un sistema de monitorización específico para evaluar de forma continuada la integridad de la estructura, con sensores que miden los movimientos y la temperatura del hormigón.

Proceso constructivo

La construcción del viaducto se inició con la ejecución de las pilas y los dos estribos. Su cimentación se ha resuelto mediante pilotes de 1,80 metros de diámetro que penetran en el sustrato arcilloso. La construcción de las pilas se ha realizado mediante encofrado trepante.

El tablero, al estar formado por dos tramos, ha requerido dos sistemas constructivos distintos. El tramo de hormigón pretensado, el más largo, se ha realizado por medio de una pareja de cimbas autoportantes, que han avanzado desde los estribos hasta el punto fijo del tablero. Estas autocimbras, formalmente un equipo de trabajo que ejecuta tableros de hormigón mediante un proceso constructivo autolanzable y sin apoyarse en el suelo, son como encofrados apoyados sobre las pilas construidas previamente que sostienen vanos enteros de hasta 60 metros del longitud. Una vez que el hormigón que forma el vano ha fraguado se procede a aplicar el pretensado que confiere la capacidad portante final al tablero, lo que permite a la autocimbra avanzar hasta la pila siguiente para ejecutar un nuevo vano. En este caso, el tramo que discurre desde el estribo 1 hasta el vano metálico se ha construido mediante autocimbra superior, y el tramo que discurre desde el estribo 2 hasta dicho vano metálico se ha construido mediante autocimbra inferior.

Por su parte, el tramo de estructura metálica se ha construido por piezas en talleres especializados, que fueron luego trasladados a la obra. Allí se han ensamblado e izado con el concurso de grúas de gran tonelaje y torres auxiliares.

Cada fase constructiva ha sido minuciosamente comprobada mediante un modelo de análisis estructural tridimensional creado específicamente para esta estructura, que ha permitido también realizar el análisis en profundidad de los efectos reológicos del hormigón y la respuesta sísmica de la estructura. ▮

El vano de cruce sobre la A-92 presenta un doble arco metálico con celosía triangulada sustentado por sendos pórticos de hormigón armado.

Para saber más

Viaduct over Guadalhorce River and A-92 Highway. Óscar Ramón Ramos Gutiérrez et *al. APIA XXI-Louis Berger. Accesible en Internet.*

Revista del Ministerio de

Fomento

VIADUCTOS SINGULARES DEL SIGLO XXI (FERROCARRIL)

MONOGRÁFICO
Julio-Agosto 2014

PVP: 6 €

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

SOLICITE SU EJEMPLAR EN TELF. : 91 597 53 85 / 53 91
Por fax: 91 597 85 84 (24 horas)
Por correo electrónico: cpublic@fomento.es

El aeropuerto Málaga-Costa del Sol reduce su consumo eléctrico en 23 millones de kwh en los tres últimos años

Máxima eficiencia

Jaime Arruz. Fotos: Aena

La implantación de una serie de medidas destinadas a incrementar la eficiencia energética ha permitido que el aeropuerto de la capital de la Costa del Sol reduzca su consumo en 23 millones de kilovatios/hora en los tres últimos años, evitando así la emisión de 7.780 toneladas de CO_2.

El aeropuerto Málaga-Costa del Sol ha logrado esas cifras tan relevantes gracias, entre otras medidas, a la puesta en marcha de acciones como la sustitución de equipos de iluminación tradicionales por otros con tecnología led, de mucho menor consumo, en las terminales y sus principales edificios, o mediante la adecuación de los niveles de iluminación y climatización de las instalaciones en función del uso y actividad que se desarrolla en ellas, teniendo en cuenta la reglamentación vigente.

Actuaciones

Otras medidas puestas en marcha han sido el control exhaustivo del consumo de energía para detectar o corregir desviaciones; la instalación de elementos de control, como detectores de presencia y temporizadores, para una mejor regulación del consumo energético; la creación de programas específicos para regular el funcionamiento de las instalaciones y equipos de consumo energético; ajustes de funcionamiento en los equipos de climatización y unidades de tratamiento de aire; el incremento de operaciones de ventilación natural o la puesta en servicio de equipos electromecánicos solo en caso necesario mediante detectores de presencia, etc.

Todo ello se complementa con el apagado de la iluminación de las pistas de vuelo y rodadura en horario nocturno, cuando no hay vuelos, el ajuste del alumbrado de los túneles y aparcamientos del aeropuerto y diferen-

Las medidas incluyen el ajuste de alumbrado en pistas de vuelo, rodadura y aparcamientos.

tes iniciativas de concienciación del personal para el control y seguimiento de las actuaciones a desarrollar.

Estas medidas han dado como resultado esa reducción del consumo eléctrico de 23 millones de kilovatios/hora en el período 2012-2014, una cifra que equivale al gasto energético anual de 2.210 hogares tipo según las estadísticas del Instituto de Diversificación Energética (IDAE), dependiente del Ministerio de Industria, Energía y Turismo. También es el equivalente a la electricidad que precisaría, durante todo un año, una población de unos 9.000 habitantes.

Esa notable reducción en el consumo energético ha supuesto, además de un ahorro de 2,55 millones de euros, la liberación de recursos energéticos para que puedan ser aprovechados por otras empresas y ciudadanos y una significativa disminución del impacto ambiental de las actividades del aeropuerto de la Costa del Sol. La disminución de gases contaminantes, estimado en 7.780 toneladas de CO_2 –factor de emisión 0,335 kg/kWh, resultado del estudio de la huella de Carbono del aeropuerto de Málaga-Costa del Sol–, es una cantidad similar a la que emiten 73.000 vehículos en el trayecto Málaga-Madrid.

.\ Certificación

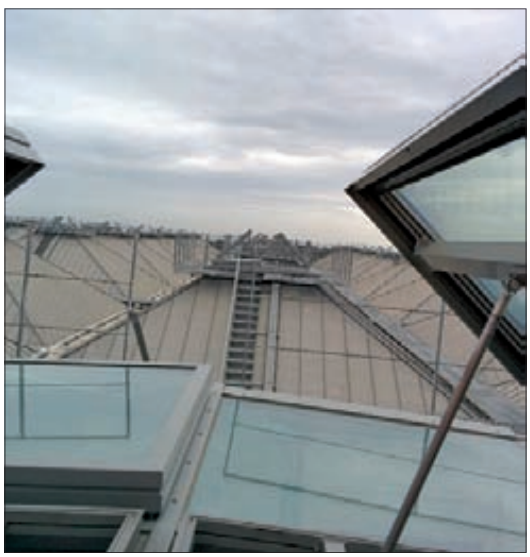
El aeropuerto de Málaga-Costa del Sol cuenta con la certificación "Airport Carbon Accreditation". Este es un programa que permite, de manera independiente, evaluar y reconocer los esfuerzos de los aeropuertos para la gestión y reducción de sus emisiones de CO_2.

El sistema de acreditación está basado en cuatro niveles –"mapping", "reduction", "optimitation" y "neutrality"–, que responden a compromisos progresivos de reducción de las emisiones de CO_2 derivadas de la actividad que se desarrolla en los aeropuertos. El que da servicio a Málaga y la Costa del Sol logró el primero –"mapping" o inventario– en 2013.

Para llegar a obtener este distintivo, el aeropuerto de Málaga-Costa del Sol tuvo que calcular las emisiones anuales de carbono y describir las fuentes de emisión de CO_2 dentro del límite operacional del gestor aeroportuario, aquellas, directas e indirectas asociadas al consumo de energía eléctrica y sobre las que ejerce un control.

▶ Se han implantado diferentes sintemas y programas de control energético.

Con las medidas de eficiencia se han potenciado las fuentes de luz y ventilación natural.



Con esta información fue posible elaborar la huella de carbono, que fue verificada por la Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR), organismo independiente, de acuerdo a la UNE-ISO 14064-1:2006 y a la UNE-ISO 14064-3:2006.

El programa "Airport Carbon Accreditation", cuyo objetivo es la reducción de la 'huella de carbono', emisiones que contribuyen al efecto invernadero, está respaldado por entidades como la Conferencia Europea de Aviación Civil (CEAC), la Organización Europea para la Seguridad de la Navegación Aérea (Eurocontrol) y la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI).

Estas medidas reducen el consumo eléctrico en 23 millones de kWh, el equivalente al consumo en un año de una población de 9.000 habitantes

Además, su funcionamiento es supervisado por un consejo independiente del que forman parte representantes de la Comisión Europea (CE), CEAC, Eurocontrol y el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Además del aeropuerto de Málaga-Costa del Sol, en España cuentan con el "Airport Carbon Accreditation", en el nivel "mapping" o inventario, las infraestructuras de Barcelona-El Prat, Lanzarote y Palma de Mallorca. Mientras, el aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas está certificado en el nivel "Reduction" o reducción.

Décimo aniversario del Museo Aeronáutico del aeropuerto de Lanzarote

Hicieron historia

Julia Sola Landero

El 12 de junio de 1946, aterrizó el primer avión comercial en el aeropuerto de Lanzarote: un Junker 52 de Iberia, del que descendieron los dos pasajeros protagonistas del vuelo inaugural. Poco después, llegaron los primeros vuelos chárter con turistas, y actualmente al aeropuerto de Arrecife llegan alrededor de cinco millones de pasajeros cada año.

Para conservar la memoria de esas casi siete décadas de una actividad que ha cambiado la realidad social y económica de la isla canaria, en 2005 AENA convirtió en Museo Aeronáutico de Lanzarote el primer edificio de pasajeros del aeropuerto de Guacimeta –así denominado por el topónimo del lugar sobre el que se encuentra–. Un museo impulsado por el propio aeropuerto y alentado por antiguos trabajadores del aeródromo, expertos en aviación, periodistas e historiadores, que acaba de cumplir diez años, durante los cuales ha acogido a más de 32.000 visitantes de 46 nacionalidades diferentes.

La antigua terminal, ubicada muy cerca del actual recinto aeroportuario, funcionó entre 1949 y 1970, año a partir del cual entró en servicio el actual aeropuerto de la isla, situado a cinco kilómetros de Arrecife. A partir de ese momento, el edificio quedó relegado a acoger oficinas y otros usos durante años. En 1990 se utilizó exclusivamente como almacén y comenzó entonces la preocupación por su futuro.

Se trata de un bello edificio de arquitectura blanca y esencial, de planta cuadrada y circundado por un espacio aterrazado. Tras una rehabilitación en la que se emplearon dos años, el edificio ha recuperado su antigua lozanía y ahora se pueden visitar los espacios donde antaño se realizaba la facturación de equipajes y en donde aún sobrevive su vieja báscula, las taquillas, el vestíbulo principal, la sala de autoridades, la oficina de tráfico, la cafetería, la agencia de viajes y la tienda de regalos. En la planta segunda se conserva la torre de control, la sala de comunicaciones y radio, y la oficina de meteorología.

En su interior, el museo atesora maquetas de aviones de todas las épocas, viejos telégrafos y balizas, rudimentarios medidores de la velocidad del viento, antiguos teléfonos, cintas de embarque, documentación de las cartas de navegación, vídeos, proyectores de imágenes históricas y pantallas táctiles con las que los visitantes

pueden interactuar. Y numerosas fotografías, la mayoría cedidas por coleccionistas y antiguos trabajadores de la terminal de pasajeros, que muestran el proceso de construcción del edificio y escenas cotidianas de su actividad: pasajeros que subían o bajaban del avión, familiares que esperaban la llegada de un viajero u operarios trabajando en las instalaciones.

El museo rememora, minucioso, la historia del avión en la isla: el ya lejanísimo día de 1919 en el que los intrépidos aviadores franceses Henry Lefranc y James Roujard a bordo del emblemático biplaza George Levy GL-40 tuvieron que hacer un amerizaje de emergencia en aguas de Arrecife; el día de 1924 en el que Ramón Franco arribó en el hidroavión Dornier Wall en la bahía arrecifeña, o la llegada del ultrasónico y fugaz Concorde.

.\ Once salas

La práctica totalidad del edificio forma parte del recorrido dedicado a la visita, incluyendo la antigua torre de control, el área de facturación, la zona exterior ajardinada y el acceso a la primera plataforma de estacionamiento del aeropuerto. Cuenta con dos plantas, once salas de exposición y un aula ambiental. En la entrada se encuentra el vestíbulo que daba la bienvenida a los primeros pasajeros que volaban hacia la península, y que está presidido por un mural de 1959 pintado por el belga Jean P. Hock, y una reproducción del acrílico “Lanzarote” firmado por César Manrique en 1953, y que plasma, a modo de cinta cinematográfica, la geografía, astronomía, naturaleza, sociedad y origen de la isla volcánica.

En la sala 0 se encuentra la recepción, en la que se da información del recorrido del museo, y a partir de la que se accede a la sala 1, que ofrece recorrido a través

▶ *Vistas del exterior y de las distintas salas de exposiciones donde se exhibe material relacionado con la historia del aeropuerto.*

de la historia de la región, los comienzos de la isla y los documentos más antiguos que se conocen del archipiélago, datos que acercan al viajero a conocer la importancia del transporte aéreo, mostrado en la sala 2. En ella se muestran los primeros vuelos que salieron hacia la península, y por lo tanto, el comienzo del desarrollo económico de la ciudad.

A partir de la siguiente sala, la 3, se muestra la historia del edificio del museo y maquetas de aviones, piezas y documentación de las primeras décadas de funcionamiento del aeropuerto de Arrecife. Las salas 4 y 5 están destinadas a los medios audiovisuales, donde se reproducen cintas de la época y documentales en los que se enseña la historia de una manera más dinámica dirigidas a los más jóvenes.

El museo de Arrecife, a través de sus colecciones de objetos y fotografías ofrece un completo recorrido por la memoria aeronáutica de Lanzarote

En la sala 6 se encuentran multitud de objetos expuestos en vitrinas, las colecciones de maquetas de aeronaves y las fotografías que tiñen de nostalgia esta parte del recorrido y que evidencian la importancia de este homenaje museístico a la memoria aeronáutica de la isla.

Ya en la planta superior se puede ver la primera y asombrosamente sencilla torre de control. Una pequeña sala con un gran ventanal semicircular desde donde se controlaba la pista desde la antigua y aun conservada estación de comunicaciones, y desde donde se

Actividades culturales

El museo también funciona como punto de encuentro para numerosas actividades y eventos culturales. El trasiego de visitantes es diario debido a las numerosas actividades que tienen lugar en el recinto; algunas de ellas se celebran año tras año, como la Fiesta del Viento, un encuentro en el que las familias se concentran en la parte exterior del museo y hacen volar sus cometas como si de pequeños aviones se tratara. Esta tradición comenzó en 1996 en una playa de Arrecife, y después de la inauguración del museo tiene lugar en la playa de Guacimeta, junto a las instalaciones aeroportuarias y en la que colabora el Ayuntamiento de San Bartolomé.

Aprovechando la celebración de esta fiesta con casi veinte años de solera, se realizan talleres y actividades sobre sostenibilidad o fabricación de cometas y otros juguetes de viento; también se celebran exhibiciones de profesionales cometeros que exhiben sus piruetas sobre el cielo; y se pinta una cometa gigante con una temática diferente cada año.

También se celebra anualmente un concurso de pintura. Los alumnos de Primaria y Secundaria presentan sus trabajos de diferentes temáticas y categorías que son calificados por artistas, pedagogos, representantes de centros escolares y de Aena Aeropuertos y cuyos premios son entregados en la Terminal 2 del aeropuerto de Lanzarote y en el Museo Aeronáutico.

Por otro lado, las exposiciones que tienen lugar en el museo son uno de los principales intereses de los isleños y turistas, puesto que se exponen diversas temáticas de artistas nacionales o internacionales que atraen el turismo a través del arte. La mayoría de las temáticas de las exposiciones están relacionadas con elementos de la isla –el mar, la arquitectura tradicional o la pesca– que se manifiestan a través de la fotografía, la pintura, la cerámica o la escultura.

Dos imágenes con escenas del estacionamiento de un Fokker y del embarque de pasajeros hacia 1964.

pueden observar las pistas hoy en desuso sobre un fondo marítimo. Junto a esta sala se encuentra la habitación en la que se consultaban las previsiones meteorológicas.

El museo también permite pasear por el exterior, caminando sobre las pistas donde aterrizaron y despegaron los primeros aviones de la isla, y donde hoy se pueden ver antiguos coches al servicio del aeropuerto.

.\ Aula ambiental

Con vocación por crecer, cuatro años después de la inauguración del museo, se abrió al público una sala en la que se desarrollan actividades, conferencias, proyecciones o jornadas relacionadas con el agua, el aire, el fuego y la tierra, que son los protagonistas de este recinto que se divide en cuatro salas, una por cada elemento. En la creación de este espacio han colaborado el Cabildo de Lanzarote y el Observatorio; y también han contribuido, cediendo imágenes, el Patronato de Turismo, la Fototeca de la Viceconsejería de Medio Ambiente del Gobierno de Canarias, los fotógrafos de Fórum 94 y el centro de buceo Cala Blanca.

El objetivo del aula es concienciar a los más jóvenes sobre la importancia de cuidar el medio ambiente a través de actividades dinámicas sobre fuentes de energía alternativas o reciclaje, que son parte de las visitas escolares.

Existe un proyecto para la realización de una segunda fase de esta Aula Ambiental en el que se desarrollarán actividades menos técnicas y más interactivas en las que las actividades tienen un sentido más práctico.

Los guías del museo realizan visitas en varios idiomas y la entrada es gratuita, de lunes a sábados de 10:00 a 14:00 horas. Se pueden concertar visitas guiadas llamando al teléfono: 928 846 365 o escribiendo a acemuse@aena.es. ▮

SUSCRÍBASE A LA EDICIÓN IMPRESA

Revista del Ministerio de Fomento

TARJETA DE SUSCRIPCIÓN

NOMBRE Y APELLIDOS/EMPRESA ..... N.I.F. .....

DOMICILIO ..... Nº .....

LOCALIDAD ..... PROVINCIA ..... C. P. .....

PAÍS ..... TELÉFONO ..... CORREO ELECTRÓNICO .....

MODALIDAD DE SUSCRIPCIÓN	ESPAÑA	EXTRANJERO
☐ 1 año (11 números)	**25 €**	**35 €**
☐ 2 años (22 números)	**40 €**	**50 €**

Envíenme gratis la el nº extraordinario *"Alta velocidad en España 1992-2011"* que regalan por una suscripción de dos años*
**(Hasta agotar existencias)*

FORMA DE PAGO ☐ **Envío cheque adjunto** ☐ **Envío giro postal nº** ..... ☐ **Domiciliación bancaria** (sólo suscriptores)

De conformidad con lo establecido en la Ley Orgánica 15/1999 de 13 de diciembre de Protección de Datos de Carácter Personal, usted tiene derecho al acceso, cancelación, rectificación y oposición de los datos facilitados mediante solicitud por escrito a : Centro de Publicaciones del Ministerio de Fomento. Paseo de la Castellana, 67. 28071 Madrid. E-mail: cpublic@fomento.es

Enviar a: **Revista del Ministerio de Fomento**
Pº de la Castellana, 67. 28071 Madrid. **Información y suscripciones: 91 597 64 49.** **Correo electrónico: cpublic@fomento.es**

DOMICILIACIÓN BANCARIA

Entidad bancaria .....

Domicilio entidad ..... Nº .....

C.P. ..... Localidad ..... Provincia .....

Muy Sres. míos:
Ruego que, con cargo a mi cuenta y hasta nuevo aviso, atiendan el pago de los recibos correspondientes a mi suscripción que les presentará al cobro la Revista del Ministerio de Fomento, editada por el Centro de Publicaciones del Ministerio de Fomento.

Les saluda atentamente
(firma)

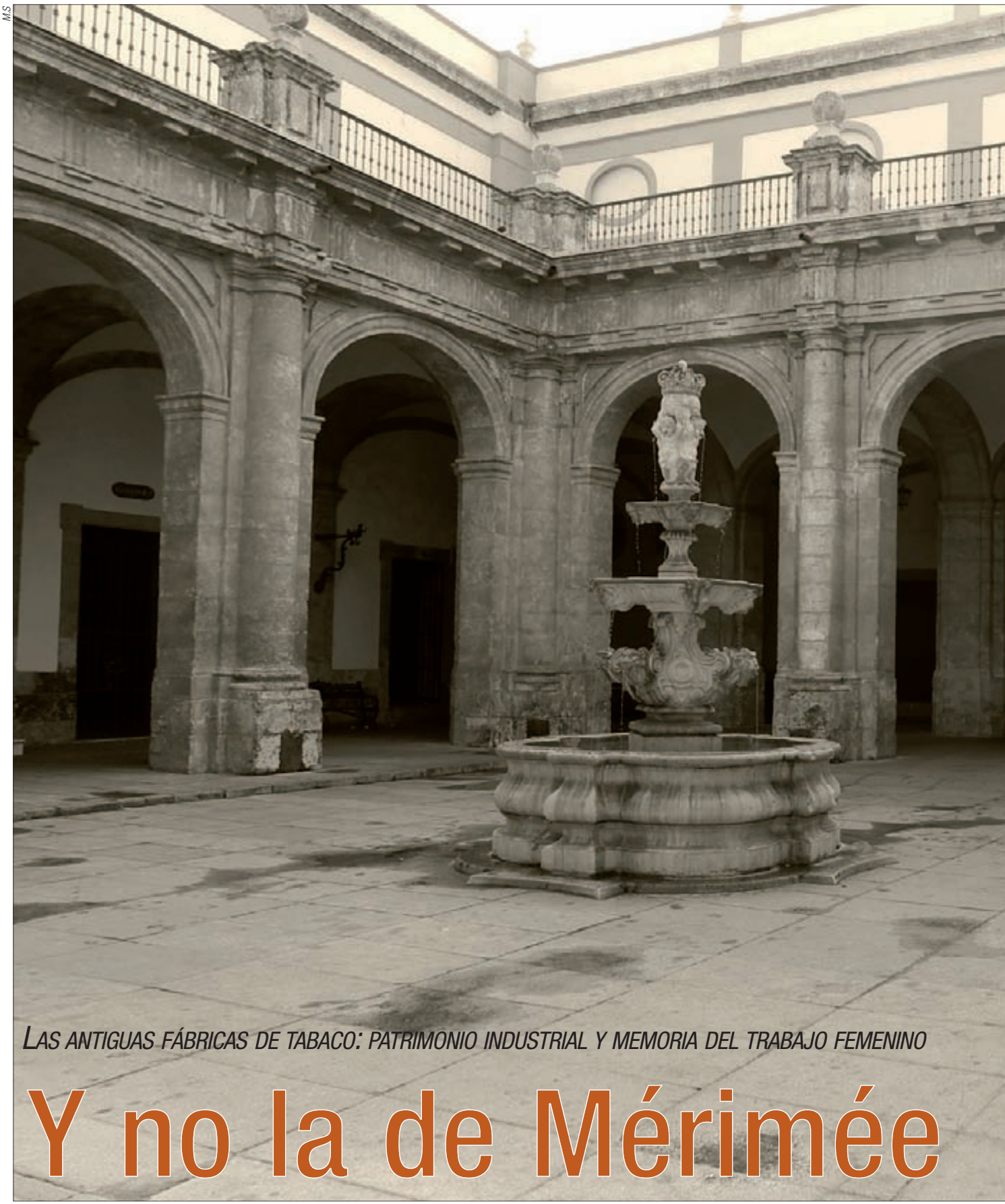
CÓDIGO IBAN CUENTA CLIENTE																															
E	S																														

....., de ..... de 201

EL TITULAR, Fdo. .....

Enviar a: **Revista del Ministerio de Fomento. Pº de la Castellana, 67. 28071 Madrid.**

M.S



Las antiguas fábricas de tabaco: patrimonio industrial y memoria del trabajo femenino

Y no la de Mérimée

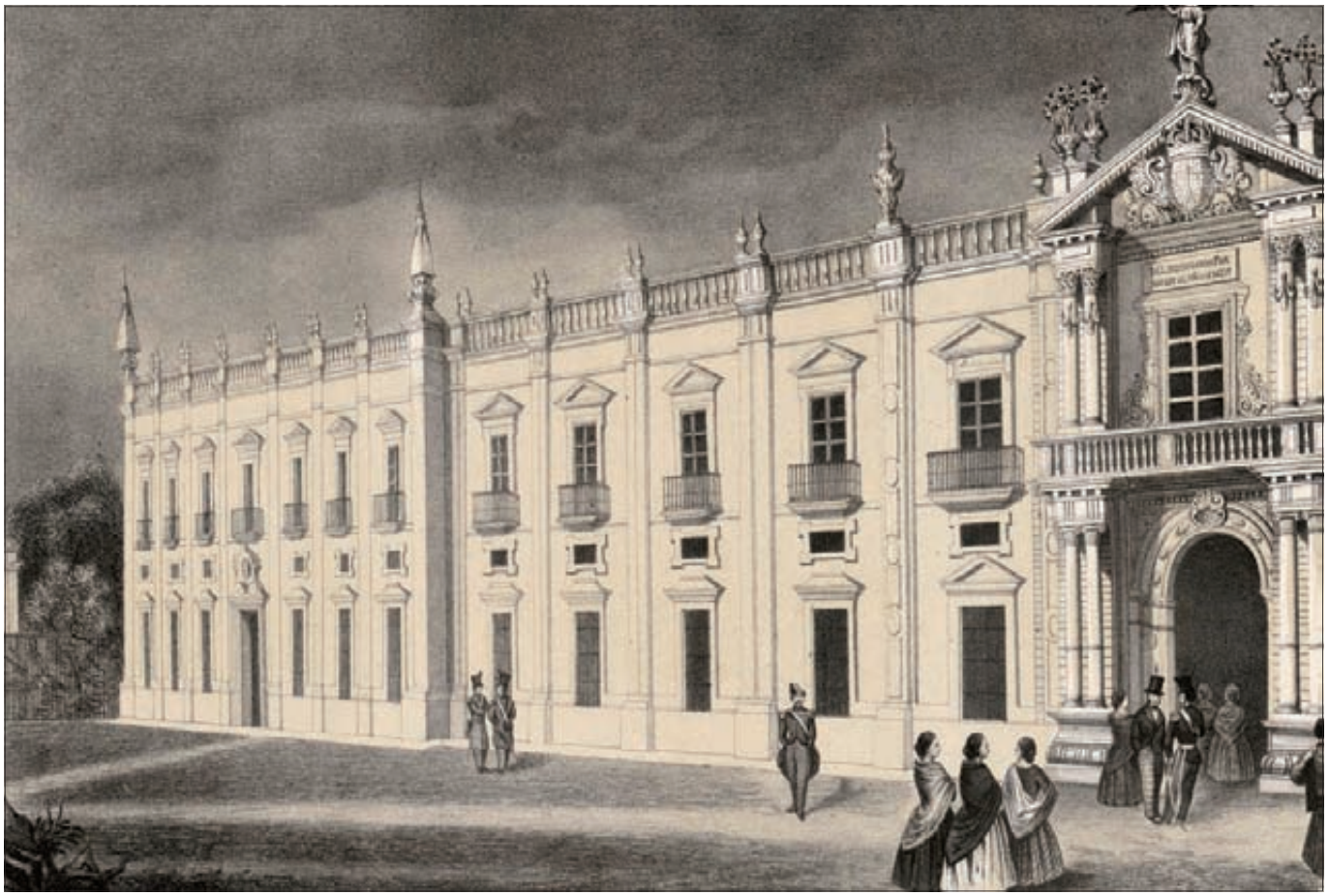
Archivo Ruiz Vernacci/PCE

▶ *Patio de acceso de la fábrica sevillana, actual Universidad de Sevilla. Dcha., salida de la fábrica de Sevilla, principios del siglo XX.*

Mariano Serrano Pascual

Desde que llegó a España hace casi quinientos años, la fabricación del tabaco nos ha dejado un puñado de edificios que se encuentran entre las más antiguas manifestaciones de la arquitectura industrial. Además, el de cigarrera, por encima de tópicos, se convirtió en uno de los pocos oficios en los que la mujer adquirió un protagonismo absoluto, con una gran influencia en su entorno.

Alvar Núñez Cabeza de Vaca fue el conquistador español que entre 1528 y 1536, mientras buscaba la fuente de la eterna juventud, recorrió todo el sur de los actuales Estados Unidos, nada menos que Florida, Alabama, Misisipi, Luisiana, Texas, Nuevo México y Arizona. No encontró la fuente, pero a cambio, entre caminatas, escaramuzas con los indios y cautiverios, sí nos dejó el que puede ser considerado primer libro de etnografía sobre los pueblos de América, *Naufragios y comentarios*. En él, además de otras observaciones de primera mano, apunta que "en toda esta tierra se emborrachan con un humo, y dan cuanto tienen por él".



Fábrica de tabacos de Sevilla hacia 1850. Litografía de Escribano (BNE).

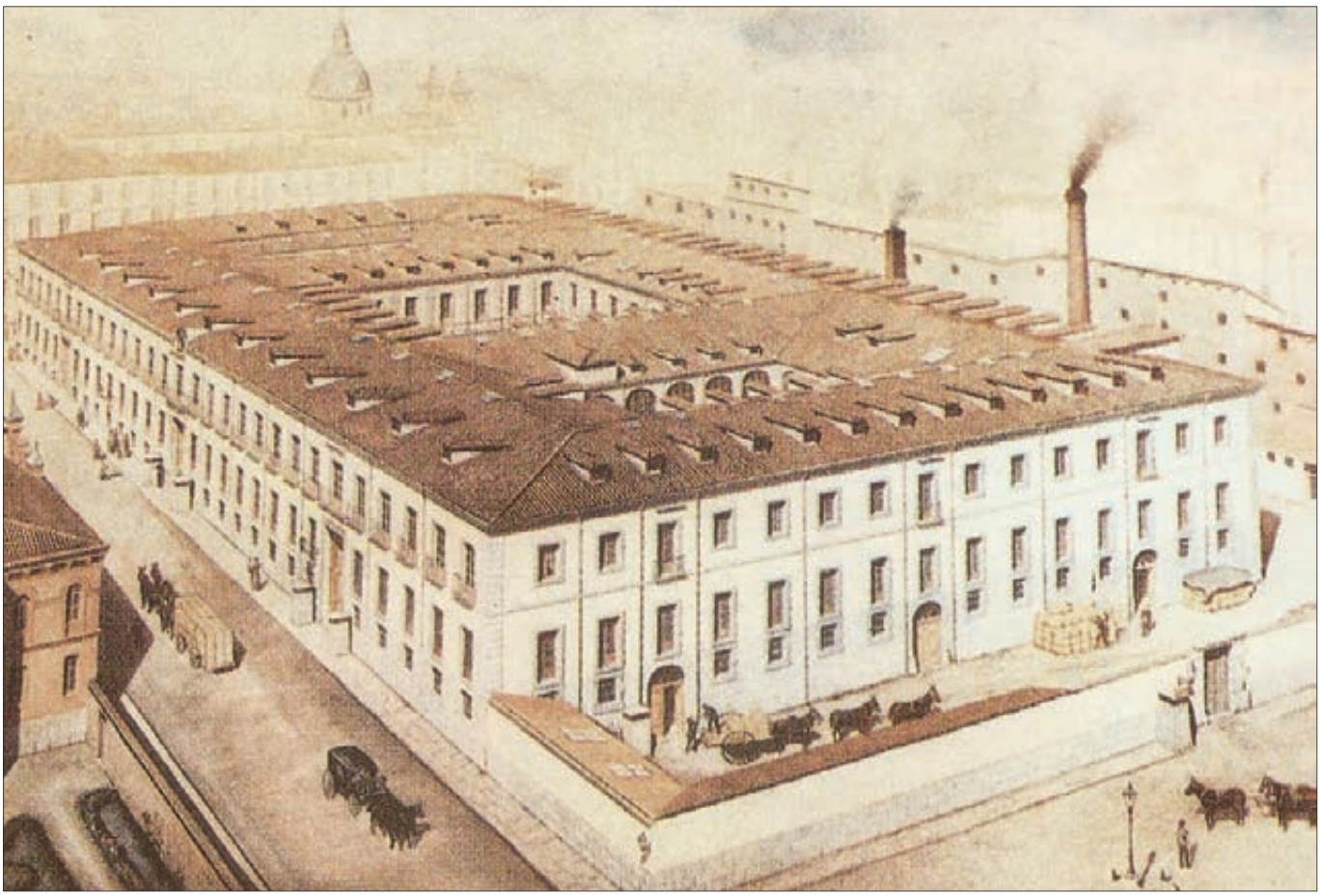
Aquel producto, al que se le atribuían propiedades terapéuticas, no tardó en llegar a España, y de aquí al resto de Europa, si bien durante bastante tiempo, de las tres formas posibles de consumo –aspirado, fumado y masticado–, nuestro país se especializó en el tabaco en polvo, mientras que el tabaco de humo, fundamentalmente para pipa, se implantó con mucha más fuerza en el norte de Europa, sobre todo Gran Bretaña y Países Bajos.

El Escorial de la industria

Dado que el principal puerto del comercio con América era Sevilla, fue en esta ciudad donde se concentró la producción, primero por medio de pequeños industriales, y ya en 1620 con la creación de la primera fábrica centralizada, en el barrio de San Pedro. En 1636 el Estado constituye el estanco de importación de tabaco y venta de sus productos, y en 1730 se crea el monopolio de su producción, primero arrendándolo a particulares, y a partir de 1770 gestionando la Hacienda directamente sus rentas. Aunque durante los primeros años existieron productores menores (y, por supuesto, tabaco de contrabando), ya en 1684 la fábrica sevillana había recibido la concesión de exclusividad de su producción para toda España, situación que perduraría hasta el comienzo del siglo XIX con la apertura de nuevas factorías.

Debido al éxito que tuvo el nuevo producto, la primitiva fábrica sevillana no tardó en quedarse pequeña y, a pesar de realizarse durante el siglo XVII varias ampliaciones e innovaciones, pronto se sintió la necesidad de una nueva. Aunque el proyecto de esta es de 1728, las obras no estuvieron terminadas hasta 1758, e incluso durante los años siguientes, hasta 1770, se siguieron acometiendo modificaciones, sobre todo de los espacios interiores con el fin de adaptarlos a las necesidades derivadas de las nuevas tendencias en el consumo, ya que a lo largo de toda aquella centuria el tabaco en polvo empezó a disminuir, hasta desaparecer prácticamente en el XIX, para dar paso al tabaco de humo. Hasta entonces, cigarros, cigarrillos y picadura se habían producido en otra fábrica, la de Cádiz, abierta en 1740 como una dependencia de la sevillana, y que fue la pionera no solo en la fabricación de estas modalidades, sino –y en parte a consecuencia de ello– en emplear a mujeres.

El proyecto inicial de la fábrica sevillana se debe al ingeniero militar Ignacio Sala, pero apenas realizados los cimientos abandonó las obras, continuadas por varios ingenieros y arquitectos. Diego Bordick, en 1731, y Jo-



▶ *Fábrica de Madrid a mediados del siglo XIX en una ilustración de la época. Drcha., "Tipos populares de Madrid: las cigarreras", dibujo de Díaz Huertas en la* Ilustración Española y Americana *de 30 de noviembre de 1880.*

sé Barnola y F. Davalillo, en 1750, prosiguieron los trabajos, que fueron terminados en 1770 por el flamenco Sebastián Van der Borcht, autor de la fachada principal, patios y naves, la capilla, la cárcel y el foso. Pedro de Silva y Lucas Cíntora diseñaron los lucernarios, y a Vicente Catalán se debe el resto de fachadas y portadas. La fábrica sevillana está considerada una de las edificaciones industriales más antiguas del Antiguo Régimen que se conservan. Además, a diferencia de la mayoría de las otras fábricas históricas de tabacos que surgirían con posterioridad, se levantó expresamente para tal fin, mientras que para el resto se aprovecharon edificaciones que habían servido antes a otros usos.

Construido extramuros, junto a la puerta de Jerez, es un edificio de piedra de grandes dimensiones, de planta cuadrada y dos alturas (existen además otros dos edificios: la capilla y la cárcel). En tres de sus lados está rodeado por un foso. Tiene dos partes diferenciadas, una residencial y otra industrial, cuyas naves y dependencias se articulan por galerías y patios cubiertos por bóvedas con lucernarios. La fachada principal tiene dos cuerpos y está flanqueada por parejas de columnas y rematada por un frontón adornado con jarrones y la figura de la Fama, obra de Cayetano da Costa. Algunos viajeros como Gustave Doré o Richard Ford, maravilla-

Las cigarreras, *óleo de 1915 de Gonzalo Bilbao, llamado "el pintor de las cigarreras" (Museo de Bellas Artes de Sevilla).*

dos por la fábrica, la llamaron "El Escorial de la industria". La fábrica sevillana siguió cumpliendo las funciones para las que fue construida hasta los años 50 del pasado siglo, cuando la producción se trasladó a una nueva fábrica en las afueras, ubicándose entonces en el emblemático edificio la Universidad de Sevilla.

.\ Otras fábricas históricas

Ante el crecimiento del consumo, la Hacienda decidió abrir nuevas fábricas, en parte para aumentar la producción, ya encaminada definitivamente al tabaco de humo, en parte también para luchar contra el contrabando. Así, aparte de la gaditana (1740), se abrieron, ya en la siguiente centuria, fábricas en Alicante (1801), Madrid y A Coruña (1809), Gijón (1823), Valencia (1828) y Santander (1834). Ya en una fase posterior se crearon las de San Sebastián y Bilbao (1878), y tras la constitución de la Compañía Arrendataria de Tabacos (CAT) aún se abrirían otras tres, Logroño (1890), Tarragona (1922) y Málaga (1828).

Para la ubicación de muchas de las primeras fábricas se reutilizaron edificios ya existentes, civiles, militares o religiosos, dado que su configuración de tipo claustral y con espacios distribuidos en torno a patios favorecían, de un lado, la ubicación de los talleres y la conservación del tabaco, y, de otro, la vigilancia directa sobre los operarios, una vigilancia que se ejerció de forma férrea no solo en aras de la productividad sino con el fin de sofocar los frecuentes motines y revueltas que protagonizarían las cigarreras a lo largo del XIX, así como para evitar la temida saca del producto fuera de la fábrica para su venta de contrabando.

Caso distinto es el del edificio de la fábrica madrileña, que al igual que el sevillano fue construido directamente para un fin industrial, si bien en este caso no relacionado con el tabaco. En 1780 Carlos III encarga al arquitecto Manuel de la Ballina el proyecto de un edificio para las reales fábricas de aguardientes y naipes, para lo que se escogen unos terrenos del extrarradio junto a la puerta de Embajadores, en el distrito de Inclusa. Las obras comenzaron en 1781 y fueron termi-

El Palacio de la Industria de Valencia, de la Exposición Regional de 1909, que alojó la fábrica de tabacos desde 1913. (Catálogo Nicolau Primitiu, Biblioteca Valenciana Digital).

Fábrica de Alicante a finales del siglo XIX.

nadas diez años después. El edificio, de estilo neoclásico y cuya fachada principal presenta la monumentalidad típica de las construcciones fabriles del periodo preindustrial, estaba distribuido en torno a tres patios y contaba con sótanos y dos plantas, más otra planta de buhardillas. A lo largo del siglo XIX, ya como fábrica de tabacos, se realizarán algunas transformaciones para adaptarla a los hábitos de consumo, el aumento de mano de obra o, ya a principios del XX, la introducción de maquinaria. De estas reformas destaca la de Amós Salvador en 1903 (aunque sobre un proyecto anterior de Mauro Serret), que elimina las buhardillas, convirtiendo la última planta en tres grandes naves diáfanas.

José Bonaparte convirtió en fábrica de tabacos el edificio construido unos años antes por Carlos III para albergar la de aguardientes y naipes

La fábrica de aguardientes y naipes tuvo una vida muy corta. Con el gobierno de José Bonaparte desaparecen varios monopolios, entre ellos el de naipes. Por otro lado, el tabaco, muy consumido por las tropas francesas, empezaba a escasear en Madrid por las dificultades de su transporte desde Sevilla en un país en plena guerra, por lo que, además de producirse el desabastecimiento, el producto de contrabando campaba a sus anchas. Es entonces, 1809, cuando José I decide reconvertir el edificio en la Fábrica Nacional de Tabacos. Después de casi dos siglos de funcionamiento, la fábrica madrileña, al igual que la mayor parte de las fábricas históricas que aún permanecían abiertas, cerró

▶ *Cigarreras embarcándose en Triana para acudir a la fábrica, principios del siglo XX. (Archivo Ruiz Vernacci/IPCE).*

en 2000 tras la privatización de la industria. Abandonada durante una década, en 2012, tras las obras imprescindibles y la clausura de la planta superior, se dividieron la planta baja y los sótanos del edificio en dos áreas: en una se ha creado un espacio para exposiciones de fotografía, Tabacalera Promoción del Arte, gestionado por el MECD; mientras que la otra se ha cedido al Centro Social Autogestionado Tabacalera de Lavapiés, donde se realizan diversas actividades. Sigue sin embargo pendiente la rehabilitación del interior del edificio, muy deteriorado.

Cuando se abrió en 1809 en la fábrica madrileña entraron a trabajar ochocientas mujeres, casi todas vecinas del barrio donde se levantaba la fábrica, expertas en las labores que venían realizando de contrabando desde hacía tiempo. Menos de un siglo después eran cerca de cinco mil, y un número similar trabajaba en cada una de las fábricas de Sevilla, Valencia y Alicante. En 1888, cuando la CAT se hace cargo de la gestión de la industria, las once fábricas de tabaco existentes entonces ocupaban a cerca de treinta mil personas. El noventa y cinco por ciento eran mujeres: las legendarias cigarreras.

Del mito a la realidad

Pocos tipos populares han despertado tanto interés en la literatura y el arte como la cigarrera. En 1847 el francés Mérimée publica *Carmen*, novela en la que pinta a una gitana que trabaja en la fábrica de tabacos de Sevilla y que tras una reyerta entre compañeras es detenida por José, un cabo del cuerpo de la guardia que había permanentemente en la fábrica (que contaba incluso con su cárcel). Carmen, revestida de todos los tópicos de una España romántica, llevará a la perdición a José, que por estar junto a su enamorada es capaz de desertar y convertirse en bandolero. Al final, José, loco de celos por los amores de Carmen con un picador (en la ópera de Bizet "ascendería" a torero, el *toreador* Escamillo), mata a Carmen y él es condenado a muerte.

Que Carmen trabajara en la fábrica de tabacos es poco más que una anécdota en la obra, pero en el imaginario social quedaría vinculado para siempre con las cigarreras aquel tipo de mujer temperamental, rebelde, orgullosa e independiente. Algo muy poco común en la

M.S

Nave de la fábrica de Madrid, actualmente sala de exposiciones de Promoción del Arte, del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.

España de la época, en la que las mujeres estaban sometidas a un padre o a un marido y su papel se veía reducido al ámbito familiar. Y es que Mérimée, más allá de tópicos, había acertado con parte de la caracterización de aquellas mujeres que a principios del siglo XIX ya habían copado la práctica totalidad de los puestos en las fábricas de tabaco. Por un lado, empezó a caer en desuso el tabaco en polvo –cuyo proceso, sobre todo el molido, requería fuerza física–, siendo sustituido por cigarros y cigarrillos, para cuya elaboración –el delicado *torcido* o liado–, se decía que las mujeres ponían mucho más cuidado y eran más habilidosas; por otro lado –y esa fue la explicación oficial del Gobierno de Fernando VII ante las protestas de los hombres–, España había quedado asolada por la Guerra de la Independencia y el campo necesitaba a todos los varones para trabajar en él. Sin duda también pesó el hecho de que a la mujer, reducida hasta entonces a tareas domésticas o a trabajos complementarios de la economía familiar como el servicio o la costura, se le pagaban salarios más bajos y se suponía que era más fácil de someter laboralmente.

Pero las cigarreras –primeras operarias cualificadas industriales que como tales entraron a trabajar a miles en toda España– constituyeron muy pronto una fuerza de trabajo impresionante, con una influencia en su entorno urbano y social sin parangón hasta entonces. Eran en muchas ocasiones la auténtica "cabeza de familia" y su posición llegó a verse como el de trabajadoras y mujeres privilegiadas. Aquel "privilegio" distaba mucho de ser real, pero su espíritu independiente y reivindicativo sí se vio potenciado por esa importancia en el seno familiar y por su predominio absoluto en toda una industria.

Toda una vida en la fábrica

Las trabajadoras se dividían en ranchos, seis o siete mujeres en torno a una mesa supervisadas por un ama; varios ranchos formaban una partida, y el conjunto de estas un taller, al frente del cual estaba una maestra. A principios de semana, el ama repartía entre sus trabajadoras la data, es decir, la cantidad de tabaco en hoja que debían trabajar en ese periodo. Las cigarreras trabajaban a destajo, y su horario, aunque establecido

Cigarreras, realidad y ficción

Existen numerosos **estudios** *sobre las cigarreras. Algunos son los siguientes: Candela Soto, P.:* Cigarreras madrileñas: trabajo y vida (1888-1927), *Tecnos, 1997. Gálvez Muñoz, L.:* La Compañía Arrendataria de Tabacos. 1887-1945. Cambio tecnológico y empleo femenino, *Madrid 2000. Pérez Vidal, J.:* España en la historia del tabaco, *CSIC, 1959. Teixidor, M.ª J. y Hernández, T.:* La fábrica de tabacos de Valencia. Evolución de un sistema productivo, *Universidad de Valencia, 2000. Valdés Chapuli, C.:* La Fábrica de Tabacos de Alicante, *CAM, 1990. También contiene interesante información la web del Centro Social Tabacalera de Madrid (latabacalera.net).*

Y en la literatura…

Aparte de Carmen *de Mérimée y de los relatos de viajeros franceses e ingleses (como Davillier, con ilustraciones de Doré, Gautier o Ford), mucho más apegada a la realidad está Amparo, la cigarrera coruñesa de la novela* La Tribuna *(1883), en la que Emilia Pardo Bazán nos describe a una operaria convertida en agitadora social reivindicando los derechos de las trabajadoras en plena Revolución Gloriosa. Y en* La hermana San Sulpicio, *novela de Armando Palacio Valdés de 1889, se describen al margen de tópicos las condiciones de trabajo de las cigarreras sevillanas. Muchos escritores costumbristas retrataron también a estas trabajadoras, destacando "La cigarrera", de Antonio Flores, relato incluido en* Los españoles pintados por sí mismos, *de 1843.*

▶ *Arriba, celebración en el patio de la fábrica de Madrid hacia 1910. Debajo, en la misma época, ancianas en el Asilo de cigarreras de Madrid. Fotos del Museo del Tabaco de la antigua Tabacalera, S.A. reproducidas en el libro* Cigarreras madrileñas: trabajo y vida, *de Paloma Candela Soto.*

entre las siete de la mañana y la puesta de sol con una parada para comer, fue, al menos hasta principios del siglo XX y con la connivencia de maestras y amas, bastante flexible. A finales del XIX, una buena operaria podía sacar 3,50 pesetas al día, y las trabajadoras excepcionales hasta un duro, lo que suponía un salario muy considerable. Aunque debe tenerse en cuenta que las cigarreras no solo tenían que pagar de su bolsillo la limpieza del taller y la comida –para lo que muchas contrataban a las llamadas "guisanderas", que cocinaban en la misma fábrica–, sino llevar sus propios útiles de trabajo. Por ello, una de las estampas costumbristas más frecuentes fue la de las fiadoras a la puerta de la fábrica el día de cobro.

Las cigarreras entraban como aprendizas muy pronto, entre los 12 y los 14 años, y siempre se daba preferencia a las hijas de las operarias, por lo que era frecuente que en la fábrica trabajaran al mismo tiempo tres generaciones de mujeres de la misma familia. Es más, muchas cigarreras nacían y crecían literalmente en la fábrica, como se puede ver en cuadros y grabados de la época, en los que al pie de la mesa de trabajo aparecen cunas y capazos. Hasta entrado el siglo XX –a pesar de varias propuestas anteriores como la de Ramón de La Sagra– no llegaron a existir en las fábricas lugares específicos donde dejar a los niños, ni tampoco auténticas salas de lactancia (aunque sí, en algunas fábricas, escuelas para los hijos mayores). A las cigarreras simplemente se les autorizaba a dejar el trabajo dos veces al día para dar de mamar a sus hijos –que o bien estaban con ellas o llevaban a la fábrica los hijos mayores u otros familiares–, muchas veces en un patio o en las mismas escaleras. Ya con la CAT en la gestión se crearon los primeros asilos para dejar a los hijos pequeños durante la jornada, así como salas de lactancia, a veces en la misma fábrica o en edificios contiguos o muy próximos. Tampoco existía jubilación ni un sistema asistencial organizado aparte de las hermandades de socorro o cajas de auxilio financiadas con las aportaciones de las propias trabajadoras. Hasta el siglo XX, en que se crearon algunos asilos de cigarreras, seguían trabajando hasta que ya no podían hacerlo por la edad o incapacidad, e

> Aunque su salario era alto para la época, las cigarreras debían pagar la limpieza del taller e incluso llevar sus propios útiles de trabajo

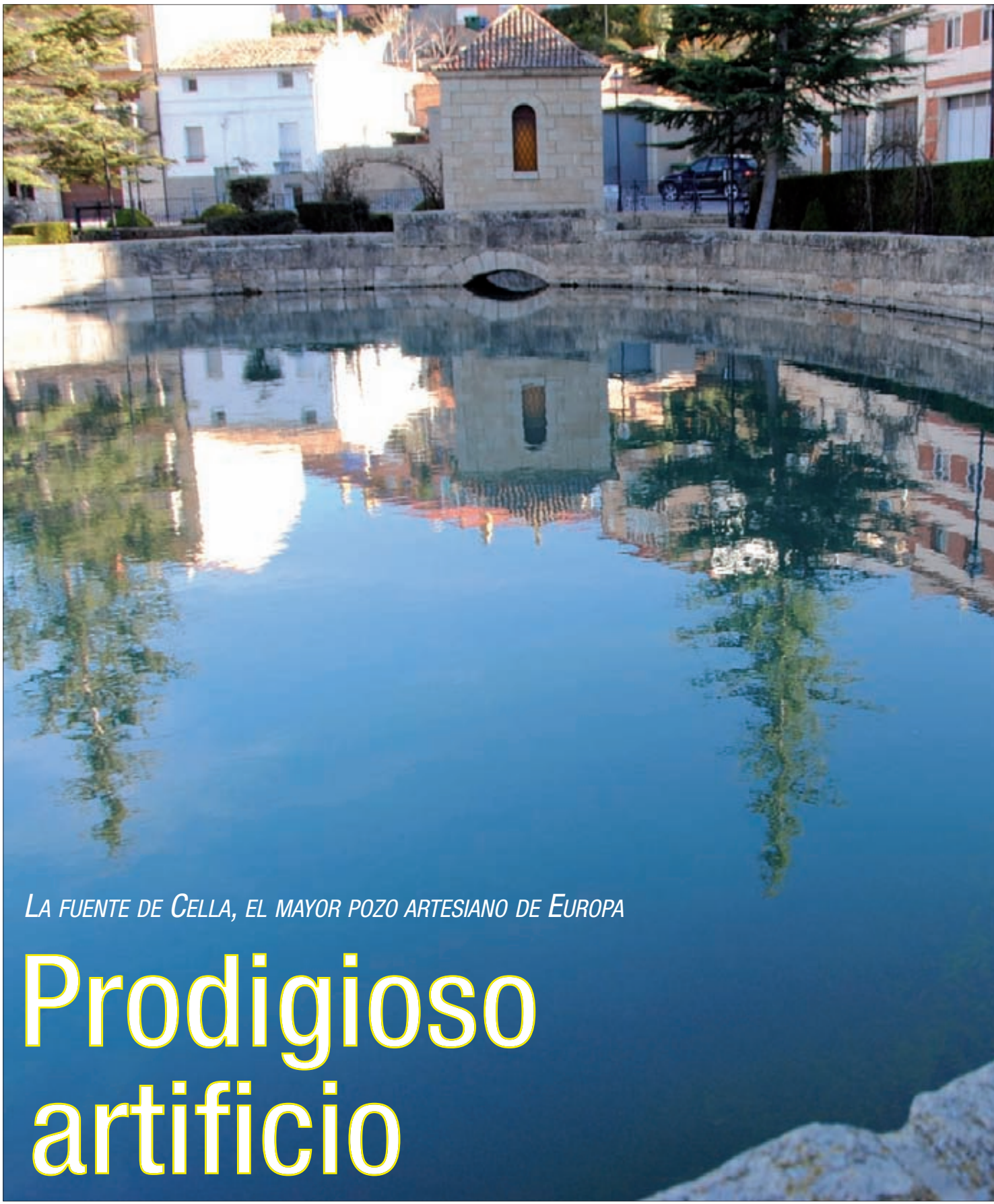
▶ *Cigarreras sevillanas en una ilustración de Gustave Doré para el libro* L'Espagne *del conde Davillier, 1862. (Bibliothèque Nationale de France).*

incluso a estas operarias se las enviaba, primero, a la sencilla pero dura labor del desvenado, y después al llamado taller de labores auxiliares.

Los vínculos familiares y con el entorno –barrios como Triana o Lavapiés dependían en buena medida de las cigarreras–, el desenvolvimiento de gran parte de la vida personal en la fábrica, el prestigio de su trabajo y la elevada concentración de trabajadoras en la misma industria, llevó muy pronto a las cigarreras a tomar conciencia de la importancia de su trabajo y de su influencia, constituyéndose en una fuerza laboral muy reivindicativa. En 1872 se podía leer en el diario *La Época*: "Siempre han sido propensas las cigarreras al alboroto; pero la frecuencia y aun la gravedad de los que de un tiempo a esta parte se vienen sucediendo merece llamar la atención de las autoridades para que esta punible costumbre de amotinarse cada ocho días desaparezca". Revueltas y motines como los de 1830, 1872, 1875 o 1887 fueron en efecto frecuentes durante todo el siglo. El desabastecimiento de materia prima o su baja calidad, la suspensión de la admisión de aprendizas, la imposición de un horario fijo o la mecanización de tareas, con la consiguiente reducción de empleo, fueron algunos de los motivos de esos motines, algunos muy violentos, que hicieron correr ríos de tinta en la prensa.

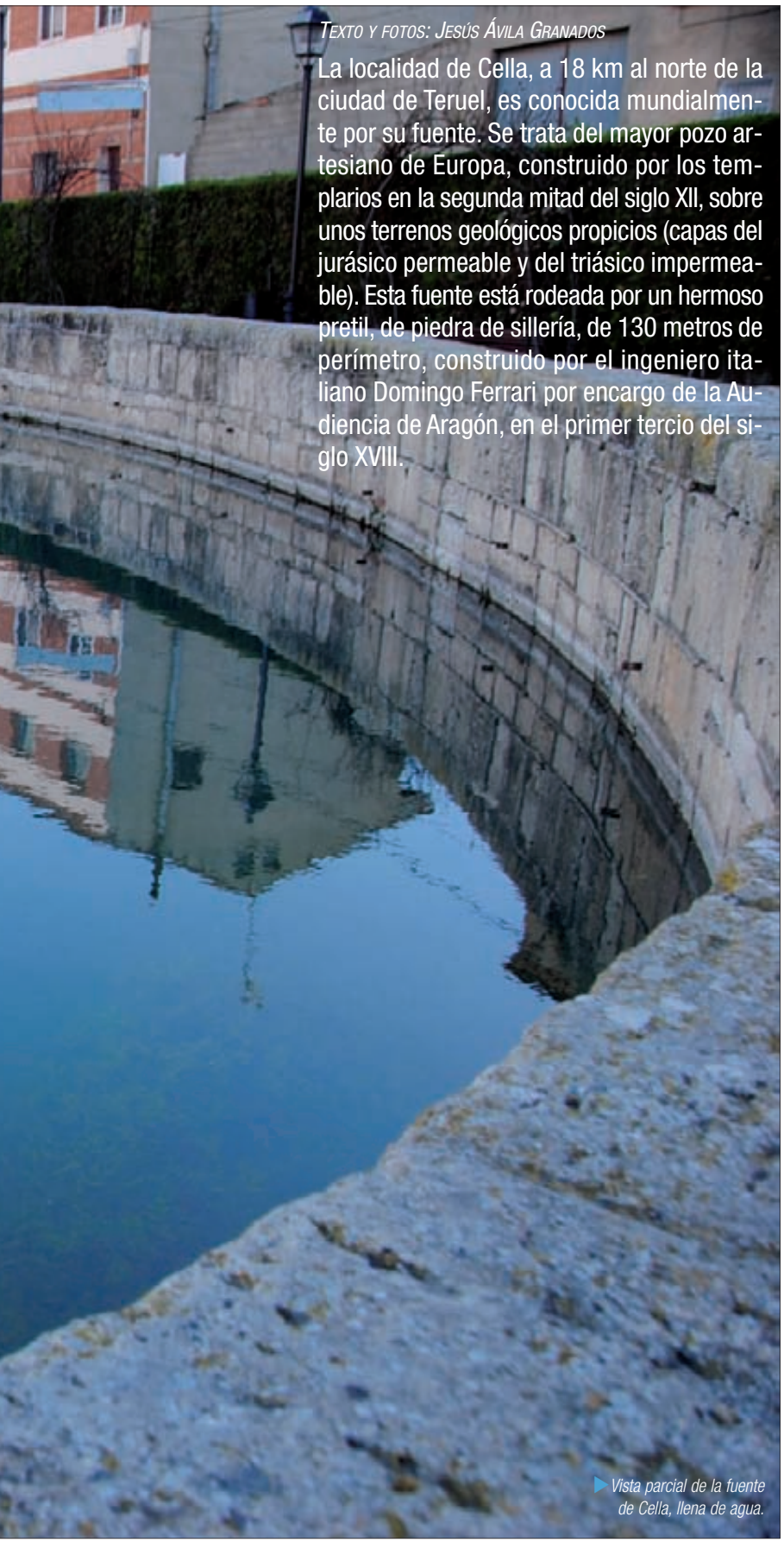
Barrios como los de Triana (Sevilla) o Lavapiés (Madrid) crecieron con el establecimiento en ellos de las cigarreras

Y es que, desde luego, no era la de Mérimée; pero su correlato real, la auténtica cigarrera –"alegría del pueblo y espanto de la autoridad" en palabras de Galdós–, pionera del trabajo industrial femenino, superaba con creces a su estereotipado modelo en independencia, espíritu reivindicativo y orgullo de su condición de mujer trabajadora. ▮



La fuente de Cella, el mayor pozo artesiano de Europa

Prodigioso artificio



Texto y fotos: Jesús Ávila Granados

La localidad de Cella, a 18 km al norte de la ciudad de Teruel, es conocida mundialmente por su fuente. Se trata del mayor pozo artesiano de Europa, construido por los templarios en la segunda mitad del siglo XII, sobre unos terrenos geológicos propicios (capas del jurásico permeable y del triásico impermeable). Esta fuente está rodeada por un hermoso pretil, de piedra de sillería, de 130 metros de perímetro, construido por el ingeniero italiano Domingo Ferrari por encargo de la Audiencia de Aragón, en el primer tercio del siglo XVIII.

Vista parcial de la fuente de Cella, llena de agua.

Ya desde el siglo I de nuestra era, las poblaciones de Albarracín y Cella estaban enlazadas a través de un monumental acueducto, por donde discurría el agua del río Guadalaviar, para calmar la sed de Albarracín, Gea de Albarracín y Cella. Una impresionante construcción romana, de 25 kilómetros de longitud –vertebrada en ocho tramos–, realizada en forma subterránea (galerías excavadas en la roca) y también aérea (con canales a cielo abierto). Para su construcción, hace dos mil años, se excavaron 9 kilómetros de galerías, dotadas de casi un centenar de pozos de ventilación. Según los cálculos realizados recientemente se cree que debieron evacuarse en torno a unos 50.000 metros cúbicos de roca. La pendiente media de esta colosal obra de ingeniería hidráulica es de un tres por mil, con un constante caudal cercano a los 300 litros por segundo. Pero no solo se beneficiaban de estas aguas los habitantes de Cella; también los molinos, batanes y fraguas de esta zona del SO de la provincia de Teruel, confirmando la importancia que debió alcanzar Cella en la antigüedad, así como en la Alta Edad Media.

.\ Algo de historia

Ya tenemos referencias de esta población a finales del siglo XI, en tiempos del Cid Campeador, como lo confirma la lectura del mismo Cantar, cuando don Rodrigo Díaz de Vivar frecuentó esta población para reclutar mesnadas para la conquista de Valencia. De aquella época es la leyenda de Zaida (del árabe "pescadora"), hija de Garci Núñez, alcaide de la alcazaba de Celfa la del Canal –nombre islámico de Cella–, mujer de gran belleza, pretendida por Melek, hijo de Abú Meruán, de Albarracín, y Hernando, conde de Abuán. El matrimonio de Zaida, como heredera del señorío, afectaba a los intereses de Cella, por lo que su padre, impuso unas condiciones a cada uno de los pretendientes para conceder la mano de su hija; Zaida se casaría con el que cumpliese dicha condición en el plazo de tres años. Cella necesitaba de agua para sus campos; por ello, el alcaide del castillo encargó a Melek que reconstruyera el abandonado acueducto romano de Santa Croche, para que llegase el agua a Cella desde el Guadalaviar, y al conde de Abuán, que buscara e hiciese aflorar agua en sus dominios. Ambos no dudaron en aceptar el reto. Pero los celos hicieron que ambos pretendientes murieran sin haber logrado alcanzar el objetivo, y Zaida no pudo soportar el dramático final y el dolor por la trágica pérdida; una leyenda que se dice se refleja y sobrecoge en la fuente de Cella, cuando las noches de tormenta reflejan sus negras sombras en sus cristalinas aguas.

A comienzos del siglo XII, las conducciones del antiguo acueducto romano ya estaban muy deterioradas,

aunque seguían siendo utilizadas por la población andalusí. La conquista cristiana de Celfa, protagonizada por Alfonso II de Aragón (1162-1196), tuvo lugar en 1170; poco después, este monarca aragonés, también conde de Barcelona, no dudó en entregar la plaza a la Orden del Temple. Los caballeros templarios, que recibieron igualmente la confirmación por parte del obispo Torroja, no dudaron en llevar a cabo una importante labor constructiva en esta población. En el archivo de la catedral de Zaragoza existe un documento donde se afirma que los templarios hicieron "algo excepcional en el campo de Cella en el año 1177"; sin duda alguna, estas palabras debían referirse a la fuente, cuya primera referencia documental se remonta al año 1228, en tiempos del monarca Jaime I, que, como bien sabemos, tuvo como mentor en el castillo de Monzón –templario desde el año 1143– al maestre provincial Guillén de Montrodón.

La población de Cella se alza sobre un altozano, en cuya cima se elevan los restos de un torreón y fragmentos de la muralla, correspondientes a lo que fue el castillo templario, cuyo patio de armas debió de haber sido bastante amplio, a tenor de las dimensiones de la plaza pública actual, desde la cual se contempla gran parte del municipio, las ermitas y la fuente, a vista de pájaro. El recinto amurallado de esta población comenzó a levantarse a partir de 1333, dada la rivalidad entre los señoríos, ya desaparecida la presencia de los caballeros templarios.

También se aprecia desde esta dominante terraza la impresionante mole de la iglesia parroquial, construcción iniciada por el Temple, dedicada a la Inmaculada

La fuente de Cella en cifras

Amplitud de la Fuente: *130 m de perímetro (de forma elíptica, con 34,83 m de eje mayor y 24,83 m de eje menor).*

Profundidad: *11,5 m en el centro, y 9 m en las orillas.*

Caudal medio: *6.700 pies cúbicos por minuto (3.500 litros/seg.).*

Cárcavos: *Dos, a través de los cuales la fuente vierte sus abundantes aguas.*

Pretil: *En piedra de sillería; realizado por el ingeniero italiano Domingo Ferrari, por encargo de la Audiencia de Aragón, entre 1729 y 1732. El coste de la obra ascendió a 13.000 libras valencianas.*

Acequias: *En la fuente de Cella coinciden los caudales de tres acequias principales: "Del Caudo", "De la Granja" y la "Acequia Madre".*

Pueblos que se benefician: *Cella, Villarquemado, Santa Eulalia, Torrelacárcel, Singra, Alba y Torremocha. La laguna del Cañizal se encuentra en el municipio de Villarquemado.*

Izqda., detalle del interior de los lavaderos públicos de Cella. Arriba, acueducto del Cella, abajo, restos del torreón del castillo templario.

La fuente se encuentra rodeada de espléndidos jardines. Abajo, canales de irrigación subterránea que, desde la fuente, llevan el agua a los lavaderos.

(siglo XII). El edificio, de grandes dimensiones, tiene una bella portada gótica e interior barroco, consecuencia de una remodelación en el siglo XVIII. Conserva interesantes retablos entre los que destaca uno, manierista, dedicado a san Sebastián, además de una custodia de plata, un excelente órgano y un coro recientemente restaurado. En el altar mayor se venera la virgen gótica de "El Castillo" (del Rosario). Resulta de interés contemplar el "fonsal" que preside la portada de la iglesia, un acogedor patio interior descubierto y ajardinado conforme a la tradición cristiana, a la sombra de cuyo vetusto olmo se purificaba el alma de los fieles antes de acceder al interior del templo.

El pozo artesiano

"La fuente de Cella", como es conocida popularmente, declarada Monumento Histórico-Artístico y Bien de Interés Cultural, es el pozo artesiano, o la surgencia kárstica, más grande de Europa. Por su tamaño y caudal está considerado el segundo del mundo. Recoge las aguas subterráneas entre las capas calizas permeables del jurásico, que, al fragmentarse, filtran el agua, haciéndola brotar a través de las capas impermeables de arcilla y yeso del triásico.

Esta monumental construcción hidráulica, concebida desde un principio por los ingenieros templarios como una fuente capaz de suministrar y abastecer de líquido elemento no solo a Cella –que a finales del siglo XII tenía una población diez veces superior a la actual–, sino también a otros seis municipios (Villarquemado, Santa Eulalia, Torrelacárcel, Singra, Alba y Torremocha), pues gracias a una acertada ubicación espacial puede recoger los caudales de tres acequias: "Del Caudo", "De la Granja" y la "Acequia Madre".

Precisamente fue a mediados del siglo XVI cuando se llevó a cabo el primer drenaje de la "Acequia Madre", como lo confirma una sentencia de la Real Audiencia de Aragón fechada el 24 de mayo de 1544, a instancias de don Francisco Balaguer, natural de Daroca, y procurador de los lugares de Villafranca, Singra, Alba, Torrelacárcel y Villarquemado, que dice así: "Que en tiempos muy remotos nace en el pueblo de Cella una fuente de grande caudal de cinco o seis muelas de agua, poco más o menos (…), y que desde tiempo inmemorial tuvo y tie-

ne su curso por los territorios de Cella (…) y así continúa por los de Singra y llega a los Ojos de Monreal (…), para que las aguas de dicha fuente tuvieran su curso y salida fue abierta una acequia madre (…), a fin de que dichas aguas no ocasionaran daño alguno ni perjudicasen a las heredades y personas de dichos lugares. Y así fueron construidos muchos molinos, (…)".

Fue tan notable el reconocimiento general de todas las personas, tanto de Cella como del resto de las poblaciones beneficiadas con esta fuente que, el 14 de marzo de 1685, el Justicia Mayor de Aragón don José Esmir, en tiempos del monarca Carlos II, no dudó en confirmar por escrito en merecido premio la propiedad exclusiva de las aguas a todos los habitantes de Cella, en justo reconocimiento de un legado histórico que había que preservar por el bien de la comunidad.

Hemos consultado un escrito, conservado en el Archivo Parroquial de Cella, fechado el 28 de febrero de 1686, en el que se describe el descubrimiento de esta singular fuente. En el citado documento, el Concejo de Cella eleva una consulta a la Real Audiencia de Aragón, en defensa del derecho sobre el agua de su fuente: "En tiempos muy antiguos, los jurados y el concejo de Cella, de la comunidad de Teruel, con su propia industria y trabajo, a sus propias expensas y sin contribución de

El canal que parte de la fuente para irrigar los campos de Cella. Abajo, puerta de acceso al "fonsal" de la iglesia parroquial de Cella.

Monumento al Cantar de Mio Cid, y su relación con Cella. Abajo, exterior de los lavaderos públicos de Cella.

otro lugar alguno, muy cerca del lugar, a ocho estados de hondo, descubrieron cortando muchas peñas, esa fuente tan prodigiosa que arroja por dos bocas en ocasiones ocho y nueve muelas de agua y cuando menos cinco o seis, y raras veces se ha visto seca del todo. Pero en el año 1683 se secó de tal forma que no se podía coger agua sino en lo profundo de dicha fuente. Entonces se vio cuán costado e ingenioso es el artificio de dicha fuente, pues para recibir tan grande cantidad de agua se vio enfrente de dichas bocas, abiertas a pico, un paredón y horma de piedras muy crecidas y cal, y desde allí se va formando el pozo conforme arte para coger su corriente en círculo".

Pretil de sillería

Más tarde, y dada la profundidad de este aljibe natural (con 11,5 metros en su centro y 9 metros en las orillas), se vio la necesidad de proteger a las gentes de este gigantesco pozo a cielo abierto, elevando un pretil de piedra de sillería, en torno a los 130 metros de perímetro que mide el círculo elíptico de esta fuente, con 34,83 metros de eje mayor y 24,83 metros de eje menor. Esta labor fue llevada a cabo por el ingeniero italiano Domingo Ferrari, por encargo de la Audiencia de Aragón, entre 1729 y 1732, y las obras ascendieron a 13.000 libras valencianas.

> Hacia 1544 se drenó la fuente con una primera Acequia Madre que evitara daños de desbordamiento

De aquella época es la capilla, que destaca sobre un extremo del brocal, bajo la cual discurre el canal de distribución de aguas. Este pequeño oratorio, de planta cuadrangular y estilo neoclásico, está dedicado a san Clemente de Alejandría, beato protector del agua, fresca y cristalina; "el agua es camino y fuente; camino por el que puede caminar el santo rompiendo las leyes de la física, en busca de la sabiduría; fuente que el santo o el beato pueden hacer brotar, para poner al alcance de los seres humanos, repleta de esa misma sabiduría que in-

gerirán si la beben; agua lustral, contenedora del secreto de la vida, se convierte alquímicamente en vía por la que el iniciado emprenderá su camino hasta alcanzar el objeto de su búsqueda; a recordar sin excusa la tradición atlante que procede, sin excepción, del agua"; explica Conchita Sánchez Hernández, doctora en historia del arte y guía oficial de la villa de Cella.

Es preciso recordar, además, que la fuente dispone de dos cárcavos (zanjas o fosos), por donde vierte sus abundantes aguas; descendiendo por el lado del cárcavo mayor, arranca una escalera de 18 escalones (1+8 = 9), el número sagrado de los templarios. Nada es casual.

En las Reales Ordenanzas y Providencias del año 1742 se establecía que el riego se hiciera con regularidad en todos y cada uno de los siete pueblos, respetando los días y horas asignados para cada uno.

Los habitantes de Cella no han dejado desde entonces en ningún momento de mirar a su querida fuente, porque, según el caudal que tenga, así saben a ciencia cierta el éxito de los trabajos en el campo. "Por ello, cuando la fuente mana en plenitud diríase que las gentes del pueblo, por mimetismo, están más alegres y animosas, y cuando por el contrario merma, el estado de ánimo se resiente; no es tan raro, es la vinculación primigenia del hombre y la naturaleza", escribe Pilar González Pobo, en su obra: "Cella, manantial de imágenes".

Al norte de la población, frente al monumento al Cantar de Mio Cid, por la calle del Matadero, no se tarda en llegar a los lavaderos públicos, los cuales también se benefician de las cristalinas aguas de la fuente a través de dos canales subterráneos.

Muralla norte del recinto medieval de Cella. Sobre estas líneas, interior del acueducto romano.

El regadío en las siete villas próximas con aguas de la fuente se reguló definitivamente en 1742

Y, para terminar, es preciso recordar que entre Cella (Teruel) y Molina de Aragón (Guadalajara) se extiende un inmenso acuífero subterráneo de 1.350 km^2 de superficie. Y en el municipio de Villarquemado se encuentra la laguna del Cañizar, enlazada con la fuente de Cella por la "Acequia Madre", cuyo canal alcanza Ojos de Monreal, donde se fija el nacimiento del río Jiloca. Por lo tanto, la importancia del pozo artesiano de Cella resulta vital para la garantía de la vida agraria de esta amplia zona de la geografía hispana; una herencia esencial de los caballeros templarios, que sigue vigente después de ocho siglos.

RECOPILACIÓN ESPECIAL DE REPORTAJES PUBLICADOS EN LA REVISTA ENTRE 2009 Y 2012 Y OTROS DE NUEVA EDICIÓN

Una selección de antiguos trazados ferroviarios, hoy acondicionados por el Programa de Vías Verdes, para descubrir la naturaleza y el patrimonio histórico de los territorios que surcaron a través de 30 rutas accesibles para todos.

PVP: 10 €

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

SOLICITE SU EJEMPLAR EN TELF.: 91 597 53 85 / 53 91
Por fax: 91 597 85 84 (24 horas)
Por correo electrónico: cpublic@fomento.es

La nueva colección Juanelo Turriano de la Ingeniería busca hacer más fácil su conocimiento desde Internet

Memoria digital

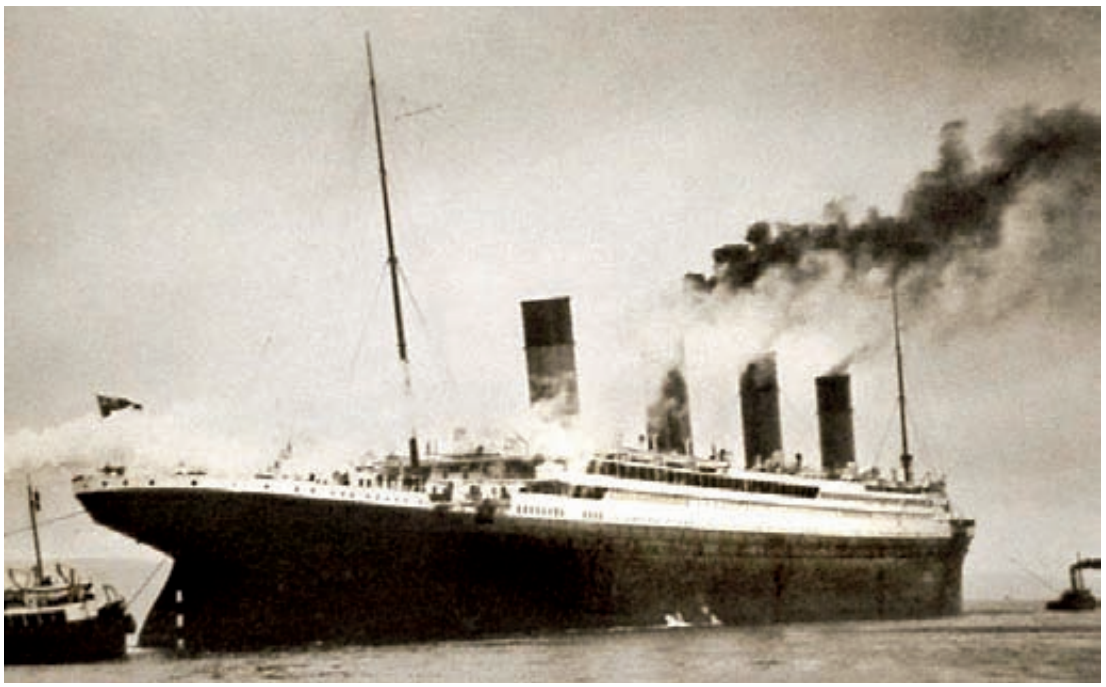
Julia Sola Landero. Ilustraciones: Fundación Juanelo Turriano

La Fundación Juanelo Turriano, creada en 1987, nació con vocación de difundir el estudio de la historia de la técnica y la ciencia, y especialmente de la historia de la ingeniería. Además de poner en marcha hace ya tiempo una ambiciosa iniciativa, la de facilitar el acceso a su fondo bibliográfico –quizá el más completo en la materia de los que existen en nuestro país– a través de Internet, ha creado una nueva colección digital con una serie de monografías, avaladas por destacados especialistas y destinadas al mismo fin: divulgar y contribuir al conocimiento de la ingeniería.

El nombre ya delata su vocación, pues recuerda al arquitecto y constructor de ingenios Giovanni Torriani, conocido en España como Juanelo Turriano, llegado desde Italia para ponerse al servicio de Carlos V, y célebre, entre otras cosas, por idear y construir el ingenioso artificio, compuesto por torres de cazos, para elevar hasta el alcázar de Toledo las aguas del Tajo.

La fundación desarrolla numerosas actividades que hacen honor a esa vocación en la que viene trabajando desde hace ya casi tres décadas –conferencias, exposiciones, cursos o edición de libros–, y en los últimos tiempos ha puesto en marcha un programa de digitalización y puesta en red de sus fondos bibliográficos, en especial de las obras singulares de sus fondos más antiguos y de las publicaciones propias. Y dentro de ese programa se encuentra su iniciativa más reciente: la creación de la Colección Juanelo Turriano de la Ingeniería, que se nutrirá con la publicación de monografías firmadas por reconocidos especialistas, con el mismo objetivo común al resto de sus actividades: contribuir al conocimiento de la ingeniería desde cualquiera de sus aspectos. Todos los títulos publicados tienen libre acceso desde la red y pueden descargarse gratuitamente.

▶ *Junto a estas líneas una imagen del Titanic del libro* Arquitecturas flotantes *y, debajo, retrato de Carlos de Grunenbergh, de Mattia Preti (col. part. Malta) del libro* La Navegación del Manzanares: el proyecto Grunenbergh.



La nueva colección se ha inaugurado con la edición de tres libros: *La navegación del Manzanares: el proyecto Grunenbergh*, de Dolores Romero; *Arquitecturas flotantes*, de Antonio Lopera; y *Verboom*, de Juan Miguel Muñoz Corbalán. Tres obras que fueron presentadas el pasado mes de mayo en la sede del Instituto de la Ingeniería de España de Madrid, por el presidente de la fundación, Victoriano Muñoz Cava, y el secretario y catedrático de la Escuela de Arquitectura de la Universidad Politécnica de Madrid, Pedro Navascués.

Utopías en el Manzanares

La navegación del Manzanares: el proyecto Grunenbergh recoge el memorial redactado en 1668 por los ingenieros de origen alemán Carlos y Fernando Grunenbergh, que trabajaron al servicio de Carlos II durante la segunda mitad del siglo XVII. Con claro impulso pionero, los ingenieros presentaron al rey una osada propuesta para crear un canal artificial de navegación que discurriría paralelo al río Manzanares desde El Pardo hasta Toledo. Era el primer proyecto español para construir un canal de navegación con carácter exclusivamente civil, pensado para el transporte y el comercio interior no militar. Su objetivo fundamental era asegurar el abastecimiento de una capital situada estratégicamente pero muy mal comunicada por caminos precarios, lo que dificultaba la llegada de leña, trigo o carbón vegetal, materias primas de primera necesidad cuya escasez provocaba revueltas sociales en una época de severas dificultades económicas provocadas por las guerras, por la creciente dependencia de las importaciones, y por las continuas subidas de precios y la enorme presión fiscal.

Ante la corte de Madrid los Grunenbergh intentaron legitimar su propuesta, rememorando el primer intento de hacer navegable el Manzanares, durante el reinado de Juan II de Castilla, una idea propiciada por el propio monarca: un canal que, conduciendo las aguas del Jarama desde el puente de Viveros, llegaría, manteniendo la misma cota, a los pies de la parroquia de San Pedro el Viejo, lugar de donde brotaban las aguas subterráneas que daban lugar a un manantial que iba a llevar su caudal hasta el Manzanares.

En su propuesta, aunque no fue demasiado bien recibida por los ministros del rey, ya se atisbaban los importantes y arriesgados proyectos de navegación fluvial que se acometerían más adelante, durante la Ilustración. Y aunque aquella propuesta permaneció en el terreno de la utopía, fue, sin embargo, una idea pionera que sirvió de modelo para el canal que se construyó en el exhausto Manzanares en la década de 1770.

El libro repasa la historia, los objetivos y los obstáculos que encontró el proyecto de los alemanes y las causas que impidieron su desarrollo, y se detiene también en los distintos proyectos de navegación pensados para Madrid a lo largo del siglo XVIII. Proyectos que rememoran la historia de la navegación artificial en España y la influencia de los Borbones, impulsores de la construcción de canales para el comercio que propició una efímera edad de oro de la navegación interior.

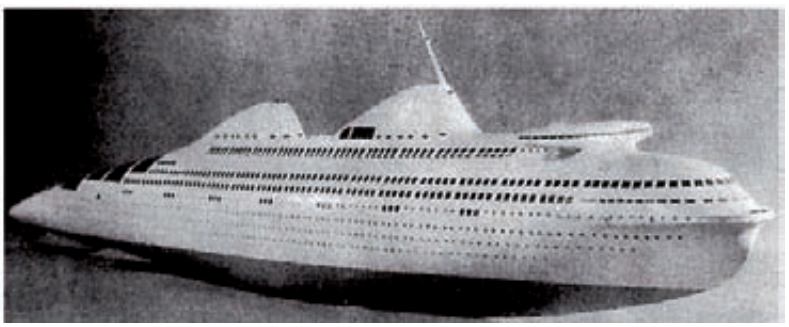
.\ Arquitecturas flotantes

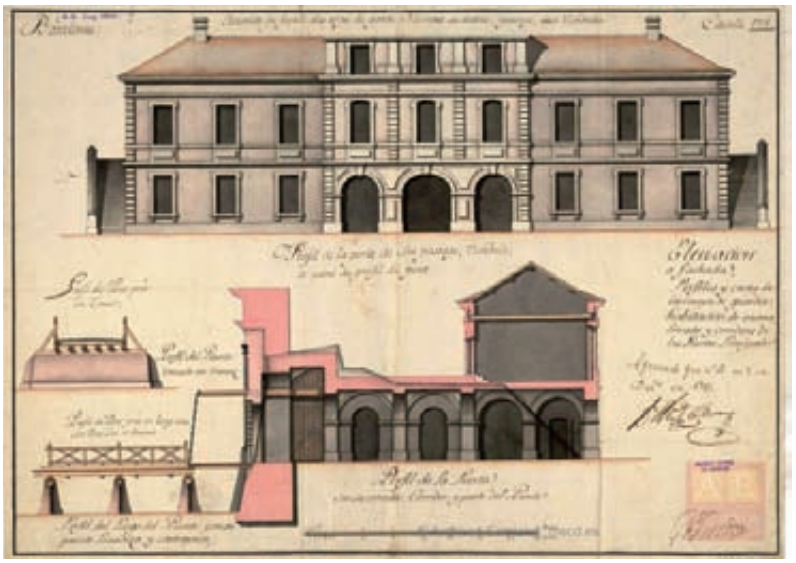
Antonio Lopera, arquitecto y profesor de construcción de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, repasa en su libro el diseño de los grandes barcos de pasajeros, mitad máquina, mitad arquitectura y la transversalidad de las técnicas de la ingeniería naval y las edificaciones terrestres. El autor hace ver la contradicción entre la arquitectura interior, netamente conservadora en la mayoría de las naves, y la imagen exterior de modernidad y tecnología maquinista que habían sido capaces de servir de inspiración para la arquitectura que se hace tierra adentro.

La primera parte del libro está dedicada a los fundamentos, características y contexto de la arquitectura flotante. Desfilan en sus páginas los más grandes barcos de la historia, como el Titanic o el Queen Mary, iconos devenidos ya en leyenda. Cuenta el estupor que produjo en su día el barco Great-Eastern (conocido como Leviatán) diseñado por el ingeniero Brunel. El formidable ingenio propulsado por enormes ruedas de palas, hélices y velas que hizo su viaje inaugural en 1860, entre Southampton y Nueva York en tan solo once días, y que Julio Verne convirtió en escenario para su novela *La ciudad flotante*.

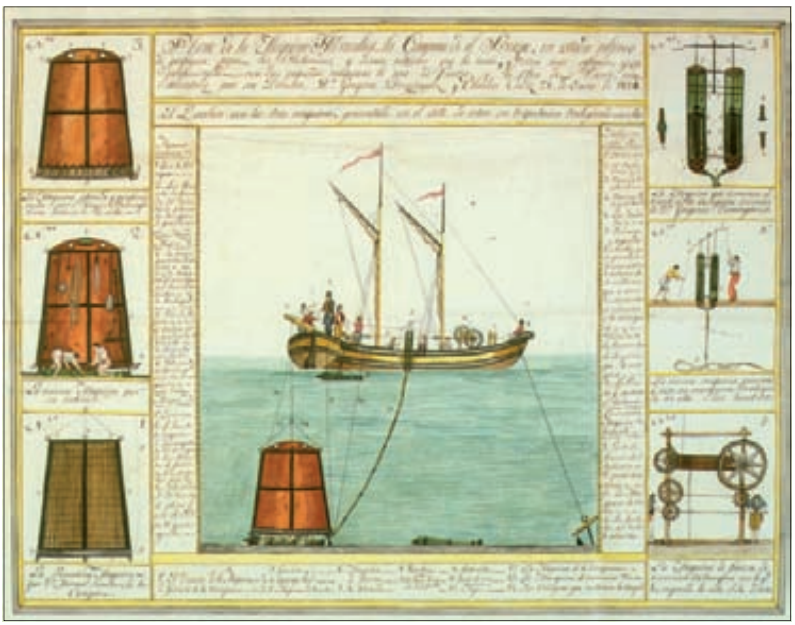
Son los barcos de pasajeros los que dieron lugar a aquellos formidables rascacielos horizontales, dado que cambiaron sustancialmente su diseño con respecto al barco de carga. Su breve reinado coincidió con la sustitución de madera por hierro en los cascos, y con "ocaso de los vientos" ante el avance del vapor. Rememora Lopera las razones técnicas, económicas y sociales que impulsaron la aparición de un barco desconocido hasta entonces: los poderosos transatlánticos, de los que Antonio Palacios dijo que eran la "más acabada y perfecta obra arquitectónica que se conoce". Los grandes barcos de pasajeros se convirtieron en complejas e impresionantes arquitecturas flotantes, en donde se aprecia la transversalidad de técnicas de arquitectura de tierra hacia el barco o al revés, y en campo propicio para la innovación: la luz eléctrica aparece por primera vez en un barco. Pero la estética naval también da el salto hacia tierra: el Movimiento Moderno, atento a aquellas líneas innovadoras, reflejó el diseño naval en algunas de sus obras, como la casa-barco de Bergamín o el Club Náutico de San Sebastián. Pese a los pocos trabajos en colaboración entre arquitectos e ingenieros navales, el autor cita a Charles Mewès, que trabajó para la Cunard Line, naviera propietaria del Queen Mary, y también autor de los hoteles de la cadena Ritz en Europa.

La segunda parte del libro está dedicada al caso español, centrado en las producciones del Astillero de Matagorda (Puerto Real, Cádiz). Enclave donde se fraguó la idea de escribir este libro, tras recibir el encargo para la rehabilitación arquitectónica de la zona histórica de ese astillero. En aquella zona se encontró maquinaria y edificaciones industriales del antiguo astillero que pertenecieron a la Compañía Transatlántica Española, que comenzó a funcionar en 1878 y fue en su tiempo la empresa española más significativa del sector naval, y la primera naviera española interesada en construir barcos y en plan-





En la imagen superior maqueta para arquetipo del transatlántico ultrarrápido Norman Bel Geddes del libro Arquitecturas flotantes. *Debajo, diseño de fachada y perfiles del cuerpo de guardia de la Ciudadela de Barcelona, del libro* Verboom.



▶ *Sobre estas líneas una de las ilustraciones del libro* Navegación del Manzanares: el proyecto Grunenbergh *y, al lado, retrato de Jorge Próspero Verboom.*

tear una alternativa real a la rutinaria importación de buques –generalmente usados– , ingleses o americanos.

Durante las obras de rehabilitación, fueron apareciendo herramientas y maquinaria en desuso, y una colección de placas fotográficas que recogía la crónica visual de la actividad desarrollada desde 1878 hasta bien entrados los años 50. El archivo de Matagorda guarda documentación, entre otras construcciones navales, de siete barcos de pasaje suficientemente representativos de la evolución de este tipo de buques en España, entre 1891 y 1934.

.\ Ingeniero Verboom

Definido como melómano, amante del té, la dramaturgia, el café, la higiene y los perfumes. No consumidor de tabaco pero gustoso del vino y las especias. Así retrata Juan Miguel Muñoz Corbalán, autor del libro *Verboom*. Jorge Próspero Verboom: ingeniero militar flamenco de la monarquía hispánica, el primer Ingeniero General de los Reales Ejércitos de la corona española y fundador del cuerpo de ingenieros del ejército a principios del siglo XVIII.

Verboom, nacido en Flandes en 1665, es un personaje clave en la historia de la ingeniería militar y uno de los ingenieros militares más destacados e influyentes de la primera mitad del siglo XVIII. Polivalente y omnipresente debido a su cargo, realizó multitud de proyectos a las órdenes de Felipe V: obras, informes y numerosos servicios que revelan el decisivo papel que el Estado otorgó a los ingenieros militares en la defensa y vertebración del territorio.

El libro repasa exhaustivamente, a lo largo de 316 páginas, la trayectoria de este polifacético ingeniero y militar, fundador también de la Real Escuela de Matemáticas: proyectos, actividades profesionales e incluso aspectos de su vida personal.

Se analiza en detalle, desde los prolegómenos hasta su ejecución, uno de sus proyectos más emblemáticos: el encargo de Felipe V a Verboom de construir una ciudadela en Barcelona, que fuera vigía de la ciudad y garantizara su control después de la guerra de Sucesión, y que en su tiempo sería la más grande de Europa. Imponente construcción que albergaba en su interior los cuarteles del Rey y de la Reina, dos cuarteles más, la iglesia, la casa del gobernador, almacén de víveres, arsenal, hornos, cantinas y hospital, y cuya construcción conllevó derribos masivos de las edificaciones situadas en el entorno de aquel ámbito.

Detalla el autor los viajes de un ambulante e infatigable Verboom por todo el reino, visitando obras y evaluando necesidades estratégicas para acometer nuevos proyectos: supervisión de los pantanos de Tibi y Elche, del puente viejo sobre el río Segura, de la fortificación de Alicante, la mejora del puerto de Barcelona o Málaga y proyecto para la fortificación de esta ciudad, medidas para reforzar la seguridad de Ceuta, o para la fortificación del recinto amurallado de Algeciras, Cádiz o Pamplona. O su diseño universal de edificio cuartelario que pudiera servir de modelo para la edificación de estructuras similares por todo el reino, y el modelo de polvorín apto para ser erigido en cualquier territorio del reino. No sabía vivir sino entre obreros y albañiles o diseñando planos, dijeron de él. ▮

CONSTITUIDO EL CONSEJO ASESOR DE FOMENTO

El pasado 22 de julio tuvo lugar en la sede del Ministerio de Fomento la primera reunión constitutiva del Consejo Asesor de Fomento, integrado por un grupo de expertos independientes del ámbito de la ingeniería civil, la economía y el transporte. Una de las principales tareas de este "comité de sabios será la de contribuir, con su criterio y conocimientos, a lograr la mejor planificación posible de las inversiones del Departamento", según manifestó la ministra de Fomento, Ana Pastor, quien presidió esa primera reunión.

El Consejo estará presidido por Andrés López Pita, catedrático de Ferrocarriles de la Universidad Politécnica de Cataluña y miembro de la Real Academia de Ingeniería, siendo vicepresidente Ignacio Barrón, presidente de la comisión técnico-científica para el estudio de mejoras en el sector ferroviario. Forman parte también de la mesa del Consejo los siguientes vocales: José Calavera Ruiz (catedrático emérito de Edificación y Prefabricación de la Universidad Politécnica de Madrid), Manuel Elices Calafat (catedrático de Ciencia de los Materiales de la Universidad Politécnica de Madrid), Ramón Febrero Devesa (economista de la Universidad Complutense de Madrid), Ignacio Estaún y Díaz de Villegas (ingeniero aeronáutico por la Universidad Politécnica de Madrid), María Teresa Estevan Bolea (ingeniera industrial por la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Barcelona), José María Gimeno Feliú (catedrático de Derecho Administrativo de la Universidad de Zaragoza), Roque Gistau Gistau (Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos y presidente de la Asociación Española de Abastecimiento de Aguas y Saneamiento), Rafael de La-Hoz Castanys (arquitecto por la Escuela Superior de Arquitectura de Madrid), Ana Laverón Simavilla (catedrática de Vehículos Aeroespaciales de la Universidad Politécnica de Madrid), Miguel Ángel Losada Rodríguez (catedrático de Ingeniería Civil de la Universidad de Granada), Andrés Monzón de Cáceres (catedrático de Transportes de la Universidad Politécnica de Madrid), Jesús Panadero Pastrana (director de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales), Alcibíades Serrano González (ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, especialista en Geotecnia), Mateo Turró Calvet (catedrático de Transportes y de Economía de la Universidad Politécnica de Cataluña) y José Manuel Vassallo Magro (director del Departamento de Ingeniería Civil de la Universidad Politécnica de Madrid).

NUEVO REGLAMENTO DE CIRCULACIÓN FERROVIARIA

El pasado 17 de julio, el Consejo de Ministros dio luz verde al nuevo Reglamento de Circulación Ferroviaria elaborado por el ministerio de Fomento.

Además de reunir en un solo documento toda la normativa vigente referida a las tres redes ferroviarias de ámbito estatal –ancho métrico, convencional y alta velocidad–, el nuevo Reglamento busca unificar los criterios relativos a las operaciones a fin de reducir y simplificar las normas, de modo que se puedan efectuar en todo momento de la forma más precisa, eficiente, segura y contando con el apoyo de nuevas tecnologías.

El nuevo Reglamento consta de cinco libros. El primero de todos ellos está dedicado al régimen y principios generales que deben regir la organización de la circulación y al vocabulario técnico básico; el segundo contiene las señales ferroviarias; el tercero detalla las reglas de circulación así como las condiciones y protocolos necesarios para la realización de trabajos en la infraestructura; el cuarto explica los procedimientos de bloqueo de vías y los relativos a enclavamientos de estaciones, y el quinto, todo lo concerniente al régimen y funcionamiento de las instalaciones de seguridad.

A fin de facilitar la adaptación de todo el sistema ferroviario a las nuevas condiciones de funcionamiento, se han establecido diferentes periodos de transitoriedad, tanto para que el personal ferroviario reciba la formación precisa como para que los equipos y meterial técnico a bordo de trenes o en vía ajusten sus parámetros a los nuevos criterios establecidos.

Revista del Ministerio de

Fomento

VIADUCTOS SINGULARES DEL SIGLO XXI

(CARRETERAS)

MONOGRÁFICO
Julio-Agosto 2013

PVP: 3 €

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

SOLICITE SU EJEMPLAR EN TELF. : 91 597 53 85 / 53 91
Por fax: 91 597 85 84 (24 horas)
Por correo electrónico: cpublic@fomento.es

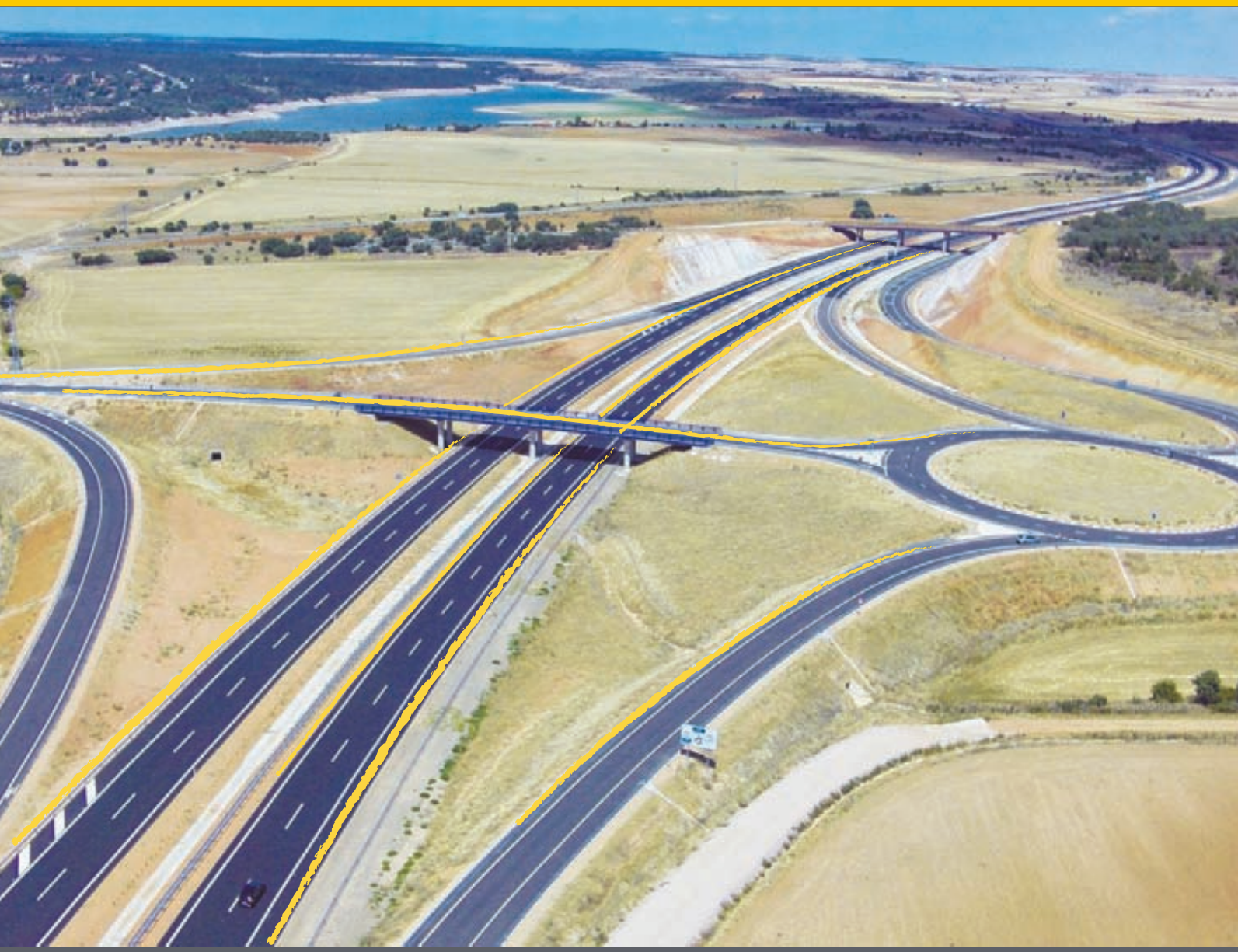
ferrovial agroman

En mayo del 2015, Ferrovial Agroman ha puesto en funcionamiento el último tramo de la Autovía de la Plata A-66, situado entre las localidades de Benavente y Zamora, completando la vía que vertebra de Norte a Sur la Península, entre Gijón y Sevilla.

El tramo Benavente-Zamora, de 49 km. de autovía, cuenta con un total de 54 estructuras divididas en 5 viaductos, 33 pasos superiores y 14 pasos inferiores.

Así mismo, Ferrovial Agroman ha ejecutado los siguientes proyectos de la Autovía de la Plata; Tramo Plasencia-Cañaveral en la provincia de Cáceres de 27,8 km; El Ronquillo (Sevilla), límite provincial de Huelva de 8,58 km de autovía y el tramo Guijuelo-Sorihuela, en Salamanca.

Entre las medidas de integración ambiental destacan la disposición de numerosos pasos de fauna, la reposición de vías pecuarias, la revegetación de taludes mediante tierra vegetal, hidrosiembra y plantaciones y la instalación de pantallas de protección contra el ruido en zonas próximas a núcleos urbanos.



ferrovial agroman

Centro virtual de publicaciones del Ministerio de Fomento:
www.fomento.gob.es

Catálogo de publicaciones de la Administración General del Estado:
http://publicacionesoficiales.boe.es

Título de la obra: **Revista del Ministerio de Fomento nº 653, septiembre 2015**
Autor/Editor: Secretaría General Técnica; Centro de Publicaciones, Ministerio de Fomento
Año de edición: octubre 2015

Edición digital:
1ª edición electrónica: octubre 2015
Formato: Pdf
Tamaño: 11,73 MB

NIPO: 161-15-006-6
I.S.S.N.: 1577-4929

P.V.P. (IVA incluido): 1,50 €

Edita:
Centro de Publicaciones
Secretaría General Técnica
Ministerio de Fomento©

Aviso Legal: Todos los derechos reservados.Esta publicación no podrá ser reproducida ni en todo, ni en parte, ni transmitida por sistema de recuperación de información en ninguna forma ni en ningún medio, sea mecánico, fotoquímico, electrónico o cualquier otro.

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO
SECRETARÍA GENERAL TÉCNICA
CENTRO DE PUBLICACIONES

Revista del Ministerio de

Fomento

Octubre 2015 Nº 654 3€

GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO DE FOMENTO

Proyecto de presupuestos 2016 del Grupo Fomento

El 1,5% cultural destina 47 M€ a recuperación del patrimonio

La circunvalación de Burgos (BU-30) gana 6 nuevos kilómetros

Faros de España: enclaves con mucho valor

SARRIÓN
CONSTRUCCIONES

ACONDICIONAMIENTO DE UN ENLACE Y VARIANTE DE TRAZADO ENTRE LOS pp.kk 404 Y 408 DE LA AUTOVÍA DEL SUR A-4.CORDOBA

Construcciones Sarrión
Plaza de Grecia 1, portal 2 2ª planta
45005 - Toledo.
Tel.: +34925239616
Fax.: +34925251717
e-mail.:central@sarrionsa.es

Contenido

Director de la Revista: Antonio Recuero.

Jefe de Redacción: Mariano Serrano.
Maquetación: Aurelio García.
Secretaria de redacción: Ana Herráiz.
Archivo fotográfico: Vera Nosti.
Portada:
Elaboración página web:
www.fomento.gob.es/publicaciones.
Concepción Tejedor.
Suscripciones: 91 597 72 61 (Esmeralda Rojo Mateos).
Colaboran en este número: Marián Campra García de Viguera, Pepa Martín, Javier R. Ventosa, Luis Solera, Estanislau Vidal-Folch y Ernest Vidal-Folch.
Comité de redacción: Presidencia: Mario Garcés Sanagustín *(Subsecretario de Fomento).*
Vicepresidencia: Eugenio López Álvarez *(Secretario General Técnico).*
Vocales:, *Luis Izquierdo Labella (Director de Comunicación),* Pilar Garrido Sánchez *(Directora del Gabinete de la Secretaría de Estado de Infraestructuras, Transporte y Vivienda),* Eloísa Contín Trillo-Figueroa *(Jefa del Gabinete del Subsecretario),* Mónica Marín Díaz (*Directora del Gabinete Técnico de la Secretaría General de Infraestructuras),* Mª José Rallo del Olmo *(Jefa del Gabinete Técnico de la Secretaría General de Transportes),* Pedro Guillén Marina *(Director del Centro de Publicaciones)* y Antonio Recuero *(Director de la Revista).*
Dirección: Nuevos Ministerios. Paseo de la Castellana, 67. 28071 Madrid.
Teléf.: 915 978 084. Fax: 915 978 470.
Redacción: Teléf.: 915 977 264 / 65.
E-mail: cpublic@fomento.es
Impresión y publicidad: Comunicación y Diseño.
C/ O'Donnell, 18, 5º H 28009 Madrid.
Teléf.: 91 432 43 18. Fax 91 432 43 19.
E-mail: revistafomento@cydiseno.com
www.cydiseno.com
Dep. Legal: M-666-1958. ISSN: 1577-4589.
NIPO: 161-15-005-0

Edita:
Centro de Publicaciones.
Secretaría General Técnica
MINISTERIO DE FOMENTO

Esta publicación no se hace necesariamente solidaria con las opiniones expresadas en las colaboraciones firmadas

Esta revista se imprime en papel con un 60% de fibra reciclada postconsumo y un 40% de fibras vírgenes FSC.

PRESUPUESTOS
02
Tiempo de consolidar.
El Grupo Fomento contará con un presupuesto de 19.253 M€ en 2016, 1.756 M€ más que en 2015.

1,5% CULTURAL
12
Recuperar el pasado.
Fomento destina 47 M€ a proyectos de recuperación del patrimonio histórico.

CARRETERAS
18
Penúltimo impulso.
En servicio un tramo de 6 km de la circunvalación de Burgos (BU-30).

CARRETERAS
26
Córdoba gana movilidad.
Nueva variante de la A-4 y conexión con la Ronda Oeste.

32. Viento a favor.
Ampliación del puerto de Arrecife.
38. Una luz más constante.
La iniciativa Faros de España busca dar nuevos usos a estas históricas instalaciones.
44. La proyección de un símbolo.
La Fundación Mies van der Rohe de Barcelona cumple 32 años impulsando la arquitectura contemporánea de la UE.
52. Pasos de hierro.
Puentes metálicos en la cuenca del Jarama.

El Grupo Fomento contará con un presupuesto de 19.279 M€ en 2016, 1.782 M€ más que en 2015

Tiempo de consolidar

R.F.

El Grupo Fomento dispondrá el próximo año de un presupuesto total de 19.279 M€. De esa suma, 10.129 M€ será el montante destinado finalmente a inversiones directas para el desarrollo, ampliación y mejora en las distintas redes y sistemas de transporte de ámbito nacional, así como para favorecer el acceso a la vivienda a las rentas más desfavorecidas. El ferrocarril, con 5.460 M€, concentrará como el pasado año el 54% del total de las inversiones, seguido de carreteras, que contarán con 2.383 M€ (23%); puertos y seguridad marítima dispondrán de 1.000 M€ (10%); vivienda, 620 M€ (6%), y aeropuertos y seguridad aérea, 609 M€ (6%).

Continuar la senda de recuperación económica y consolidar la creación de empleo, así como la mejora de la competitividad, son los principales objetivos de los Presupuestos del Grupo Fomento en 2016. La ministra de Fomento, Ana Pastor, así lo subrayó durante su presentación el pasado mes de agosto: "hay unos objetivos muy claros en estos nuevos presupuestos, que buscan ser los del afianzamiento de la recuperación, y estos son, sobre todo, los de proseguir dotando al país de la mayor vertebración territorial posible e impulsar con ello su desarrollo económico".

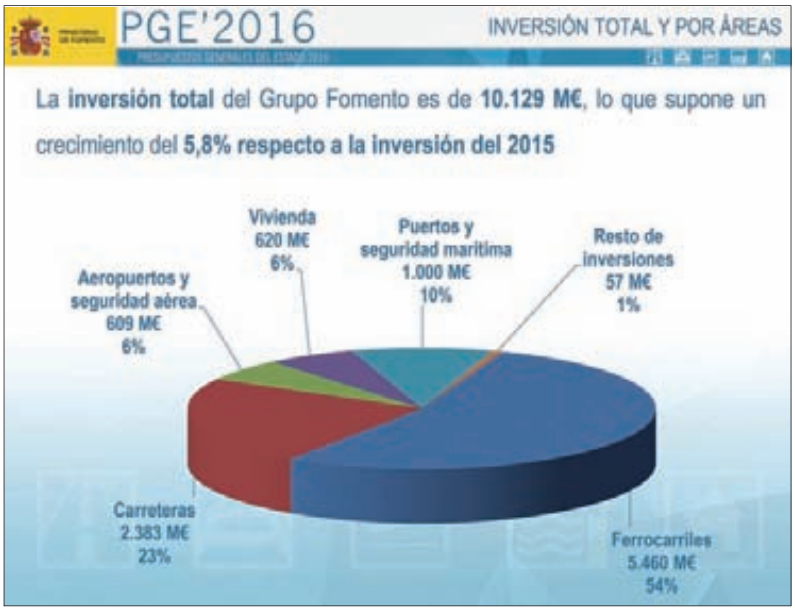
Para ello, en 2016 el presupuesto global del Ministerio de Fomento y las entidades a él adscritas se incrementará hasta un 10,2% más con respecto al del actual ejercicio, hasta alcanzar los 19.279 M€ (1.782 M€ más que en 2015). Por su parte, las inversiones totales del Grupo Fomento crecerán un 5,8% respecto a las de 2015, hasta alcanzar en total los 10.129 M€.

▶ *Puertos y seguridad marítima efectuarán inversiones por un valor de 1.000 M€ y las actuaciones de ampliación y mejora de la red AVE sumarán un total de 3.679 M€.*

AZVI

Ferrocarril

El ferrocarril, en el que se concentrará el 54% del total de las inversiones, absorberá un año más la mayor parte del gasto. A él se destinarán 5.460 M€, de los que 3.679 M€ irán a la Alta Velocidad, lo que supondrá el 67% de las inversiones en materia ferroviaria. Por su parte, a gestión y mantenimiento se dedicarán otros 585 M€ (11%); las actuaciones en la Red Convencional contarán con 420 M€ (8%); Cercanías verán incrementada su dotación hasta 287 M€ (5%); material móvil, 275 M€ (5%), y finalmente la partida reservada a otros gastos, que contará con 214 M€ (4%).



Respecto a las inversiones en materia de Alta Velocidad, el Corredor Mediterráneo dispondrá en 2016 de una asignación presupuestaria de 1.343 M€, que se distribuirán del siguiente modo: 805,2 M€ para el tramo Barcelona-Tarragona-Castellón-Valencia-Alicante-Murcia; otros 259,5 M€ para el de Bobadilla-Granada; 111,4 M€ para completar actuaciones en la conexión Murcia-Almería y otros 20,5 M€ entre Murcia y Cartagena; 60,8 M€ más para el tramo Frontera Francesa-Barcelona-Tarragona, y 1,1 M€ para la realización de estudios y proyectos, entre ellos los de las conexiones Granada-Almería y Lárbóç). Otras actuaciones destacadas se llevarán a cabo en los accesos al puerto de Barcelona y en otros puertos, a los que se destinan 27,8 M€; a mejoras en el Corredor Antequera-Algeciras se dedican 56 M€, así como a estudios para el Tren de la Costa y el corredor litoral de la Costa del Sol (0,8 M€).

El Corredor Noroeste de alta velocidad recibirá inversiones por valor de 1.160 M€. La mayor partida irá destinada al tramo Olmedo-Lubián-Ourense-Vigo (1.076,9 M€); el Eje Atlántico recibirá otros 75,8 M€, y el Eje Ourense-Lugo-A Coruña contará con otros 7,3 M€.

El Corredor Norte de alta velocidad contará con una asignación de 1.018,5 M€. De ellos, 551M€ se destinan a la Línea de Alta Velocidad al País Vasco: 260,2 M€ para el tramo Valladolid-Venta de Baños-Burgos-Vitoria, y otros 290,8 M€ para la Y Vasca (Vitoria-Bilbao-San Sebastián). La LAV a Asturias contará con otros 466 M€, de los que 229,5 M€ serán para el tramo Venta de Baños-León, y otros 236,5 M€ para la variante de Pajares. Asimismo se destinarán otros 1,5 M€ para la realización de estudios y proyectos de la LAV a Cantabria.

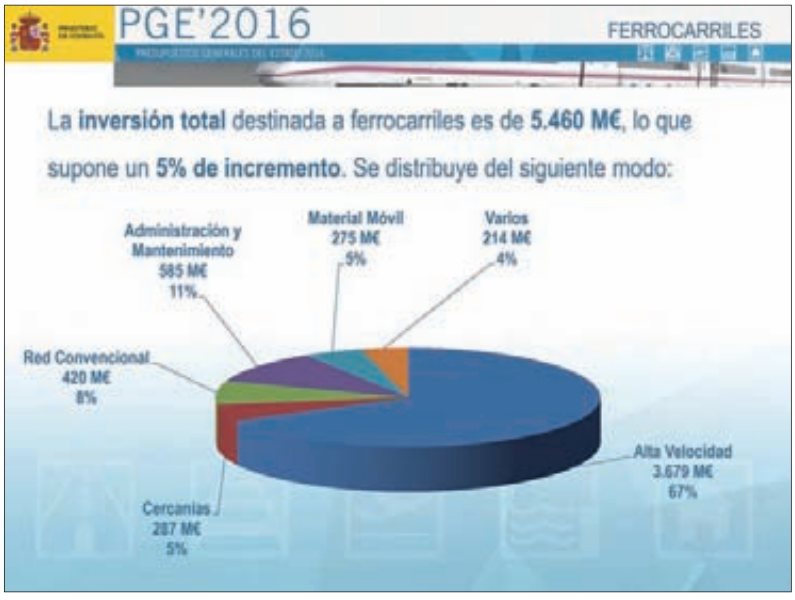
Para cerrar el capítulo de inversiones en materia de alta velocidad cabe reseñar las que tendrán también lugar en otros corredores, entre ellos las previstas en el corredor Madrid-Extremadura-Frontera Portuguesa, que dispondrá de 208,7 M€; la conexión Sevilla-Huelva, 82,6 M€ (incluida la estación); la conexión Sevilla-Cádiz, 27,75 M€; la conexión Madrid-Jaén, 19,4 M€; la conexión en ancho UIC Atocha-Chamartín-Torrejón (20,8 M€); Castejón-Pamplona-Y Vasca (36,3 M€); estudios y proyectos para la conexión Zaragoza-Castejón-Logroño-Miranda (0,4 M€), y el *by pass* de Almodóvar del Río (1M€).

En cuanto a las inversiones a desarrollar en la red convencional, la mayor partida (420 M€) se destina a la reposición de activos y mejora y modernización de la infraestructura: en la línea Palencia-Santander (22,1 M€); renovación Orejo-Liérganes (Cantabria) y en otros tramos de ancho métrico (6,6 M€); actuaciones en el tramo Soria-Torralba (5 M€); electrificación Medina-Salamanca-Fuentes de Oñoro (11,8 M€); rehabilitación en la línea convencional Sevilla-Huelva (2,9 M€); mejoras en la línea Huesca-Canfranc (2,1 M€); mejoras en la señalización entre Illescas y Navalmoral (9,2 M€); renovación en la línea convencional a Ávila (7,7 M€); mejoras en subestaciones, catenaria y renovación de vías (7,8 M€), y Plan de Trincheras (6,2 M€).

Asimismo y con el fin de impulsar el transporte de mercancías, se desarrollarán otra serie de inversiones, entre las que cabe destacar: el nuevo acceso ferroviario al puerto de Barcelona (27,5 M€); accesos a los puertos de Ferrol y A Coruña (30,1 M€), acceso al puerto de Bilbao (5,9 M€); acceso al Bajo de la Cabezuela (3 M€); variante de Camarillas (8,2 M€), y mejoras en la línea Almoraima-Algeciras (56,2 M€). Para el desarrollo de plataformas logísticas y otras actuaciones en materia de transporte ferroviario de mercancías se asignan 4,4 M€; a la instalación tren-tierra Zaragoza-Teruel y mejoras Sagunto-Teruel con accesos al puerto de Sagunto (19,2 M€), renovación de material en el tramo Castuera-Cabeza de Buey (1 M€), y adecuación de la línea Aranda-Burgos (0,7 M€). Las Inversiones dedicadas a la red ferroviaria convencional se completan con las que se desarrollarán en materia de seguridad por un valor total de 454,6 M€ , destinadas tanto a la modernización de las instalaciones de seguridad en líneas existentes como a la provisión de nuevas líneas, así como a mejorar la seguridad en la circulación, principalmente para supresión de pasos a nivel y la implantación de otras mejoras de funcionalidad.

.\ Cercanías

Las inversiones en Cercanías y proximidad se elevarán a 287 M€ y alcanzan prácticamente a todos los principales núcleos de población. Concretamente, en el nú-



DCE Murcia

Las inversiones en los núcleos de Cercanías ascenderán a 287 M€, mientras que los programas de conservación de carreteras contarán con una partida de 1.058 M€.

cleo de Cataluña las inversiones serán de 205,2 M€ y estarán orientadas a mejoras de la dotación y accesibilidad, entre otras, en las estaciones de Torre del Baró, Sant Andreu Arenal, Sabadell Centre, Tarragona, Cerdanyola Universitat, Bellvitge, Sant Joan Despí, Sant Sadurní D`Anoia, Sant Pol de Mar, Els Monjos, Sant Cugat, Rubí, Vacarisses, Mollet Sant Fost, Viladecavalls, Sant Miquel de Gonteres, Castellbell i el Vilar-Monistrol, Arc de Triomf, Molins de Rei, Ocata, Montcada i Reixac, Mollet Santa Rosa, Manresa, Montcada Bifurcació, Gellida, Santa Perpètua de Mogoda, Vacarisses Torre Blanca, Lanvern-Subirats y Aeroport. También están previstas: nuevo CTC e instalación de ERTMS en Barcelona; nuevo acceso a la T-1 del aeropuerto de El Prat; desdoblamiento de la línea R-3; modernización y renovación de catenaria y subestaciones eléctricas, así como diversas mejoras de la red.

En el núcleo de Cercanías de Madrid se llevarán a cabo actuaciones por un importe de 54 M€ destinadas para mejoras de dotación y accesibilidad, entre otras en las estaciones de Recoletos, San José de Valderas, Santa Eugenia, Guadalajara, Getafe industrial, Cuatro Vientos, Pinto, Pozuelo, Colmenar Viejo, Las Zorreras-Navalquejigo, Ramón y Cajal, Alpedrete y Orcasitas. Además se llevarán a cabo obras de construcción de la estación de Soto de Henares y apeadero de la Tenería en Pinto; ampliaciones de la Red (Soto del Real, Illescas y otros); nuevas instalaciones de seguridad y comunicaciones en el túnel Atocha-Chamartín y prolongación del sistema ERTMS/ETCS, y estudio para la estación de Seseña.

En el núcleo del País Vasco, las actuaciones de mejora de dotación y accesibilidad, con una inversión de 4,8 M€, se desarrollarán, entre otras, en las estaciones de San Mamés, Barakaldo, Ugao-Miraballes, Arrigorriaga, Peñota, Arrankudiaga,Tolosa, Zumárraga, Gros, Ventas de Irún, Beasain, Legazpia e intercambiador de Urbinaga (Bilbao).

En el núcleo Valencia/Alicante, las inversiones previstas se elevan a los 12,4 M€, destinadas para mejora de dotación y accesibilidad, y alcanzarán, entre otras, a las estaciones de Benifaio-Almussafes, Carcaixent, Tavernes de la Valldigna, El Puig de Santa María, Catarroja, Chiva y Silla

Los núcleos de Cádiz, Málaga y Sevilla contarán también con actuaciones de mejora de la accesibilidad y nuevas dotaciones por un valor de unos 7 M€, entre ellas en las estaciones de Bahía Sur, San Fernando Centro, Benalmádena, Fuengirola, Torremolinos, Los Boliches, Virgen del Rocío, Lora del Río, Bellavista y la Salud; se destina también una pequeña partida para el desarrollo de otros estudios y proyectos, como la prolongación de la línea de cercanías entre Marbella y Estepona o el estudio de la extensión de la C-2 y mejora de la red de Sevilla.

Finalmente se destinan otros 3,6 M€ a otros núcleos de la geografía nacional, de modo que las mejoras de dotación y accesibilidad alcanzarán también a las estaciones de Lugones, Pola de Lena,Corrales, Maliaño, Nueva Montaña, Parbayón, Lombera, Guarnizo, Boo, Bárcena, Valdecilla, Viérnoles, Zurita,Torrelavega Centro y Balsicas-Mar Menor, entre otras; asimismo contarán con asignación los estudios para la viabilidad y proyecto del Metrotrén en Córdoba.

Carreteras

En 2016 la partida destinada a carreteras se eleva a 2.383 M€, que supone un incremento del 8,6% respecto a la de 2015. De esa cantidad, 1.174 M€, un 49% del total, se dedicarán a actuaciones de nueva construcción. Las nuevas inversiones en la Red de Autovías permitirán acometer la ejecución de nuevos tramos en los siguientes itinerarios: Autovía A-11 del Duero; Autovía A-12 del Camino de Santiago; Autovía A-21 Jaca-Pamplona; Autovía A-22 Lleida-Huesca; Autovía A-23 tramo Huesca-Jaca; Autovía A-33 Blanca-Font de la Figuera; Autovía A-32 Linares-Albacete; Autovía A-44 y GR-43 Circunvalación exterior de Granada; Autovía A-54 Lugo Santiago; Autovía A-56 Lugo-Ourense; Autovía A-57 de Circunvalación de Pontevedra; Autovía A-63 Oviedo-La Espina; Autovía A-68 Zaragoza-Pamplona; Autovía SE-40 Circunvalación de Sevilla; duplicación de la N-II en Cataluña; Autovía A-27 entre Valls y Montblanc; Autovía MU-30 del Reguerón; Autovía A-38 Favara-Cullera; Autovía A-60 tramo Santas Martas-León; Autovía A-62 Fuentes de Oñoro-Frontera con Portugal; variante de Vallirana y tramo Olesa-Viladecavalls de la B-40, y Autovía de conexión entre Ronda litoral y C-32 (Baix Llobregat).

En 2016 la partida destinada a carreteras crece un 8,6%, hasta alcanzar 2.383 M€.

José Caballero

Las inversiones en la red aeroportuaria irán destinadas a consolidar su calidad y seguridad.

Está previsto asimismo desarrollar y completar la mejora de los accesos por carretera en diversos puertos y aeropuertos, entre otros: Acceso Sur al puerto de Barcelona; acceso al puerto exterior de A Coruña; acceso al puerto de El Musel (Gijón); acceso al puerto de Gandía; accesos Norte y Sur al puerto de Algeciras; acceso al aeropuerto de Málaga; acceso al aeropuerto de Valencia, y acceso al aeropuerto de Alicante.

Por su parte, los programas de conservación y seguridad vial dispondrán de un presupuesto de 1.058 M€. De esa cantidad, 365 M€ se destinarán a conservación integral y otros 299 M€ solo a las llamadas autovías de primera generación. Se destinan también otros 391 M€ a obras de rehabilitación y conservación programadas a través de la Dirección General de Carreteras del Departamento (217 M€) y de la Sociedad Estatal de Infraestructuras del Transporte Terrestre (174 M€).

La inversión en carreteras contará con otros 45 M€ destinados a la bonificación de peajes, un 5% más que el pasado año. Estas bonificaciones tendrán como objetivo favorecer la utilización de aquellos tramos de movilidad obligada en los que los itinerarios alternativos arrojan tráficos elevados, y sus principales beneficiarios serán los propietarios de vehículos pesados, conforme al Plan de Desvío puesto en marcha este año por el Ministerio, cuyos tramos constan ya en los nuevos convenios. Junto a los 5 M€ adjudicados para las bonificaciones de vehículos pesados en 2016, está previsto añadir otros 5 M€ para bonificaciones en horas valle y otros 5,4 M€ para nuevas necesidades.

AP Barcelona

Está previsto realizar un amplio programa de mejora de los accesos en la Red de Puertos.

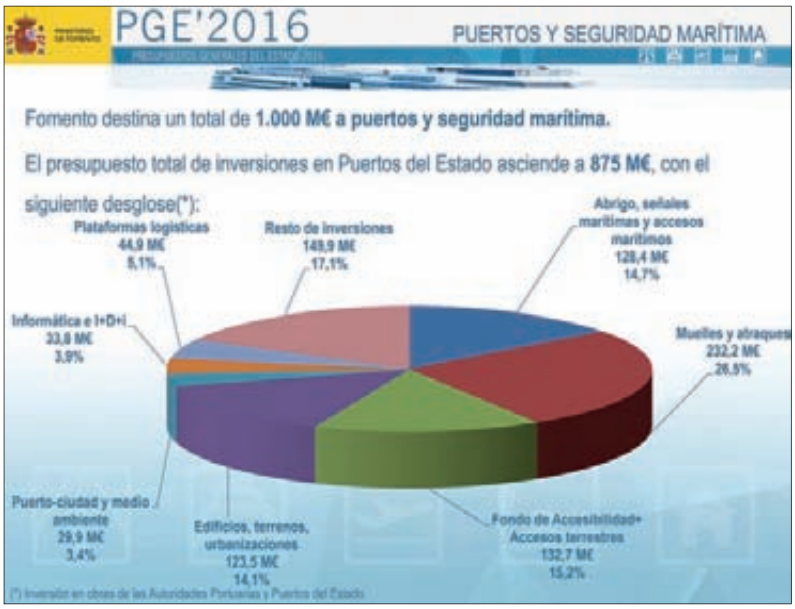
Aeropuertos

Las inversiones previstas para el próximo año en aeropuertos y seguridad aérea se sitúan en 609 M€, lo que supone un 6% más con respecto a las del presente año. Con la reestructuración emprendida en el sector, los objetivos de cara a los próximos ejercicios se concentran en seguir incrementando los niveles de actividad y ocupación de las instalaciones. Por ello, junto a la mejora de instalaciones enfocada hacia su óptimo aprovechamiento, las nuevas actuaciones se orientarán a mantener y afianzar la calidad en el servicio, reforzar la seguridad operacional, asegurar la sostenibilidad económica de la red e impulsar nuevos programas de sostenibilidad medioambiental y eficiencia energética.

Entre las principales actuaciones programadas para 2016 cabe reseñar las siguientes: Actuaciones de mejora de la Terminal 1 del aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas; recrecido de la pista 07L-25R de Barcelona el Prat; adecuación general de plataforma en Tenerife Sur; adecuación de las calles de rodaje de acceso a las pistas norte y sur de Palma de Mallorca; refuerzo de firme en la pista 03L-21R de Gran Canaria; adecuación del campo de vuelos de La Palma; adecuación de las plataformas de aviación general del aeropuerto de Ibiza; instalación de sistemas automatizados para equipajes de mano en filtros de seguridad y equipos de inspección en la red de aeropuertos, y por último, actuaciones medioambientales, de aislamiento acústico y eficiencia energética.

Puertos y Seguridad Marítima

Puertos y seguridad marítima contarán en 2016 con una asignación total de 1.000 M€. El ente Puertos del Estado efectuará inversiones por un valor de 875 M€ y entre las actuaciones más destacadas programadas por las diferentes Autoridades Portuarias cabe destacar las de: Autoridad Portuaria de Barcelona, con un presupuesto para inversiones de 134,6 M€ (de los que 20 M€ serán del Fondo de Accesibilidad) y que irá destinado a di-



Manuel Artero

versos proyectos como los del nuevo acceso ferroviario (27 M€), la ampliación del muelle adosado en su segunda fase (15 M€), el nuevo Syncrolift del muelle Cataluña o la ampliación sur y sus equipamientos de viales y otras redes (26 M€); Autoridad Portuaria Bahía de Algeciras, con un presupuesto de 84 M€ (7,7 M€ del fondo de Accesibilidad) y con vistas a las siguientes actuaciones: nueva alineación del muelle interior en la dársena de Galera y nuevas explanadas de interconexión (22 M€), muelle pantalán de armamento en Campamento (12,1 M€) y ampliación de Isla Verde exterior (16 M€); Autoridad Portuaria de Bilbao, con inversiones de 75,9 M€ (3,2 M€ del Fondo de Accesibilidad) y donde está previsto acometer la primera fase del espigón central en la dársena de la ampliación (29 M€) y la estabilización de la ladera en Punta Lucero (13,5 M€); Autoridad Portuaria de Valencia, con un presupuesto inversor de 51,6 M€ (11,2 M€ del Fondo de Accesibilidad) para, entre

Facilitar el acceso a la vivienda de los colectivos con rentas más bajas es uno de los principales objetivos de las inversiones en esta materia

otras, efectuar actuaciones en materia de accesibilidad ferroviaria asumiendo la última milla de los accesos al puerto de Sagunto (13 M€) y generación y acondicionamiento de nuevos atraques (17 M€); Autoridad Portuaria de Ferrol San Cibrao, con inversiones de 35,8 M€ (30 M€ del Fondo de Accesibilidad) y actuaciones de mejora de la accesibilidad al puerto exterior (30 M€); Autoridad Portuaria de Cartagena, que efectuará inversiones por valor de 28,5 M€ (15,3 M€ del Fondo de Accesibilidad) y una de cuyas actuaciones más importantes será la ejecución del tramo I del acceso ferroviario a la dársena de Escombreras; Autoridad Portuaria de Huelva, con un presupuesto inversor de 50 M€ y una de cuya actuaciones más destacadas será la habilitación en la zona de la Punta del Sebo (13 M€); Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife, que realizará inversiones por 98,5 M€ para el desarrollo y ejecución de proyectos como las obras de abrigo en el puerto de Granadilla (54 M€) o la segunda fase de rellenos en el dique Este del puerto de Santa Cruz de Tenerife (10 M€); la Autoridad Portuaria de Las Palmas, con inversiones por valor de 49,5 M€ para prolongación del dique de Los Mármoles en el puerto lanzaroteño de Arrecife (16 M€) y en dársena de La Esfinge (15,7 M€); Autoridad Portuaria Bahía de Cádiz, que efectuará inversiones por 26,6 M€, entre otras en la nueva terminal de contenedores (19 M€); Autoridad Portuaria de Tarragona, con inversiones previstas por 34,7 M€ (13,7 M€ del Fondo de Accesibilidad); Autoridad Portuaria de Baleares, con un presupuesto inversor de 37,6 M€ (80,5 M€ del Fondo de Accesibilidad) y entre cuyas actuaciones más destacadas cabe mencionar la remodelación del dique Oeste o la explanada y muelles de abrigo del Botafoc en el puerto de Ibiza; la Autoridad Portuaria de A Coruña dispondrá de 47,8 M€ para inversiones y una de sus actuaciones más destacada serán los equipamientos a desarrollar en Punta Langosteira (30 M€); la Autoridad Portuaria de Sevilla dispondrá de 14,6 M€ para inversiones (9 M€ del Fondo de Accesibilidad) y acometerá diversas actuaciones de mejoras de accesos por valor de 11 M€; la autoridad Portuaria de Vigo, con un presupuesto inversor de 14 M€ que le permitirá acometer diversos proyectos de desarrollo de la plataforma logística del puerto vigués; la Autoridad portuaria de Melilla, con 13,4 M€ para inversiones, de los que una buena parte se dedicarán a la ampliación del puerto exterior; la Autoridad Por-

tuaria de Pasaia, que contará con 13,2 M€ para inversiones y destinará 3,6 al proyecto de regeneración de la dársena; la Autoridad Portuaria de Marín y ría de Pontevedra, con 5,0 M€ para inversiones de los que destinará 3,6 M€ a ampliaciones de atraques en el puerto de Marín, y la Autoridad Portuaria de Vilagarcía de Arousa, con 1,9 M€ para inversiones y que tiene previsto acometer mejoras en su accesibilidad ferroviaria.

Subvenciones al transporte

Como en años precedentes, las subvenciones y ayudas al transporte aéreo y marítimo tienen como principal objetivo garantizar la movilidad de los residentes en territorios no peninsulares. En total se han incrementado un 16% respecto al presente ejercicio de 2015, de modo que las bonificaciones a los billetes de avión y barco alcanzarán un montante total de 449 M€ en 2016. Se mantiene así la bonificación del 50% en los billetes de residentes no peninsulares y del 25% en los billetes de transporte marítimo en las islas. Se aumentan también un 5% las subvenciones para el transporte de mercancías, que se sitúan en 34,9 M€, tanto para el transporte de mercancías desde las islas como para las autopistas del mar.

En cuanto a las asignaciones previstas para 2016 a las Obligaciones de Servicio Público (OSP), que permitirán garantizar la continuidad de todos los servicios establecidos, dispondrán de una partida de compensación de 605,4 M€ en el caso de los servicios de Cercanías y Media Distancia ferroviarios, incluida la compensación por los servicios prestados a la Generalitat de Catalunya por Renfe Operadora bajo la consideración de OSP en el ejercicio de 2015. Igualmente se asigna una partida de 4,3 M€ para mantener las compensaciones por las OSP de transporte aéreo a las cuatro rutas aéreas intracanarias y a la ruta aérea Menorca-Madrid, así como otros 15,13 M€ a garantizar los contratos de navegación en líneas marítimas de interés público, entre ellas: Algeciras-Ceuta, Málaga-Melilla, Almería-Melilla y Península-Canarias.

Vivienda

Tras la puesta en marcha de las nuevas políticas de vivienda emprendidas por el Ministerio, que han facilitado ya las primeras ayudas a unas 450.000 familias, las inversiones a desarrollar de cara al próximo año, que ascienden a 620 M€ y suponen un 6% más que en 2015, pretenden, además de facilitar el acceso a la vivienda a los colectivos con rentas familiares más bajas y consolidar el impulso a la rehabilitación y el alquiler, intensificar las actuaciones en materia de rehabilitación energética en edificios. Por ello, las principales líneas de ejecución inversora se concentran de cara a 2016 en dos grandes ejes: en primer lugar, las ayudas del Plan Estatal de fomento del alquiler de viviendas, de la rehabilitación edificatoria y de la regeneración y renovación urbanas 2013-2016, que ascienden a 533 M€ (205 M€ para el mantenimiento de las ayudas de subsidiación de préstamos para adquirientes de vivienda protegida, y otros 328 M€, que supone un aumento del 14% respecto a 2015, para ayudas estatales al alquiler y la rehabilitación), y en segundo lugar, los convenios específicos para rehabilitación y remodelación de barrios (Melilla, Ceuta, Lorca, Lumbreras, etc), con una asignación de 16 M€.

Finalmente, el programa de Rehabilitación y Conservación del Patrimonio Arquitectónico dispondrá de un total de 77 M€, de los que 30 M€ corresponderán a inversión directa, mientras que las transferencias de capital estimadas por el 1,5 % Cultural se situarán en unos 47 M€.

José Caballero

Los programas de ayudas a la vivienda contarán con una inversión de 620 M€ un 6% más que en 2015.

Centro de publicaciones

Librería de publicaciones oficiales

www.fomento.gob.es

J.P. Gegundez

Fomento destina 47 millones de euros a proyectos de recuperación del patrimonio histórico

Recuperar el pasado

Mariano Serrano

▶ *En la página de la izqda., muralla de Lugo. Arriba, fachada del Colegio Mayor de San Ildefonso de Alcalá de Henares.*

Mariano Serrano Pascual

La Comisión Mixta formada por los ministerios de Fomento y de Educación, Cultura y Deporte aprobó en julio los proyectos a los que se destinarán las ayudas con cargo al programa del 1,5% cultural. Las intervenciones de recuperación, que supondrán una inversión total de 68 millones de euros, de los que Fomento aporta un 70 por ciento, recaerán sobre casi un centenar de bienes patrimoniales históricos de distintas tipologías repartidos por todo el país.

La Ley del Patrimonio Histórico Español de 1985 estableció la obligatoriedad de incluir en el presupuesto de las obras financiadas por el Estado una partida equivalente al menos al 1 por ciento de su cuantía con el objeto de subvencionar trabajos de conservación o enriquecimiento del patrimonio histórico español. El Ministerio de Fomento acordó con posterioridad la ampliación de su aportación hasta el 1,5 por ciento, compromiso que se recogió en 2013 en el VI Acuerdo de Colaboración entre este Ministerio y el de Educación, Cultura y Deporte. Fruto de este convenio, cuya vigencia se extiende hasta 2016, es el casi centenar de proyectos de intervención para la recuperación, rehabilitación o puesta en valor de bienes de interés cultural a los que nuestro Departamento ha acordado destinar los 47 millones provenientes del programa. La ejecución de estos proyectos supondrá una inversión de 68 millones de euros, cofinanciados junto al Ministerio de Fomento por las entidades o administraciones que han solicitado las ayudas.

Entre los proyectos aprobados se encuentran elementos de arquitectura defensiva, obras públicas, arquitectura civil y religiosa, conjuntos urbanos, jardines, yacimientos arqueológicos, paisajes industriales o el Camino de Santiago a su paso por varias localidades. Algunos de los más destacables se detallan a continuación.

Santos Muñoz (www.polaudiovisuales.com)

.\ Arquitectura defensiva

Castillos y murallas se llevarán buena parte de las cantidades aportadas. A la muralla de Ávila, que ya se ha beneficiado en otras ocasiones de este programa, se destinarán 700.000 euros, dedicados esta vez a la restauración de los lienzos y cubos 81 a 87. No obstante, en este apartado la mayor inversión –casi 2 M€ con cargo al programa– recaerá sobre el castillo de Almansa (Albacete), construido por el infante don Juan Manuel a principios del siglo XIV sobre los restos de una fortaleza almohade. Levantado sobre una imponente roca, el castillo permaneció en un estado de abandono total durante centurias hasta devenir en ruina. En 1921 es declarado Monumento Histórico-Artístico, y a partir de mediados de siglo comienza un largo proceso de restauración y recuperación que llega hasta nuestros días y que lo han convertido en uno de los mejores ejemplos de arquitectura defensiva medieval de nuestro país.

Otro de los proyectos que puede destacarse es la recuperación del castillo de Buitrago de Lozoya (Madrid), en el que se invertirán 1,5 M€ con cargo al programa. El castillo –más bien alcázar-palacio, como pieza principal de la alcazaba que encierra a la ciudad– fue reconstruido en estilo mudéjar por la familia Mendoza entre los siglos XIV y XV sobre los restos de otras fortalezas más antiguas. Rehabilitados en otras ocasiones sus muros exteriores y torres, se acometerá ahora la recuperación de los espacios interiores en torno a la plaza de armas.

Más proyectos de arquitectura defensiva con una asignación importante son los del castillo de Villardompardo, en Jaén; el castillo de Dénia, donde se recuperarán el palau Vell y del Duque de Lerma; el castillo de Brihuega, en Guadalajara; la muralla del postigo de Santa María en Almazán, Soria; las murallas de Segovia, del siglo XI, y la restauración de los torreones de las murallas Merínidas de Ceuta, del siglo XIII.

▶ Plaza Mayor de Tembleque, Toledo, y puente de piedra de Toro, Zamora.

Jesús Ávila Granados

Salinas de Añana, en Álava. Debajo, Iglesia de Santiago y Silo de Carlomagno, en Orreaga/Roncesvalles.

Iglesias y palacios

En arquitectura religiosa uno de los proyectos más ambiciosos es la recuperación integral de la iglesia del Seminario Mayor de la Universidad Pontificia de Comillas –a la que se dedicarán casi 2 M€ del programa–, con el fin de continuar con una restauración que ya comenzó hace tiempo con el refuerzo de las estructuras y que ahora deberá culminar con la rehabilitación del resto de elementos arquitectónicos y artísticos.

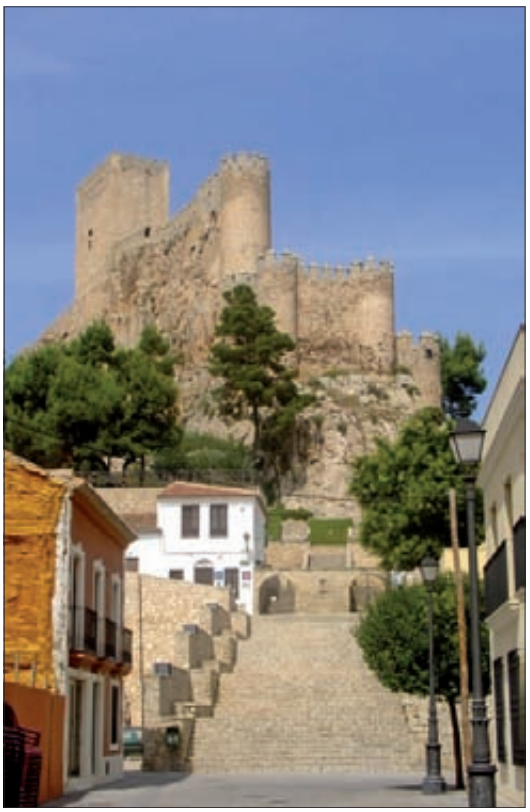
Proyecto destacable es también el de restauración de la fachada principal del convento de San Marcos de León (siglo XVI), tal vez la máxima representación del plateresco español. Otros conventos y monasterios que también serán restaurados con cargo al 1,5 por ciento cultural serán el de San Francisco de Mula, en Murcia, el de Santa María de Bellpuig de les Avellades, en Lleida, y el de las Bernardas de Alcalá de Henares. Este último, que recibirá una subvención de 1,2 M€, fue construido a principios del siglo XVII por Juan Gómez de Mora, constituyendo su fachada uno de los mejores ejemplos del barroco complutense. Una cantidad similar se destinará a la restauración de la catedral de Coria, templo cuya construcción comenzó a finales del siglo XV en estilo gótico pero al que a lo largo de su historia, hasta el siglo XVIII en que se concluyó, se le añadirían elementos platerescos y barrocos. Tampoco puede dejar de mencionarse en este capítulo la reforma de algunos antiguos hospitales, como el de Santo Espíritu de Baiona o el hospital Real de Guadix.

En cuanto a arquitectura civil, entre los proyectos subvencionados se podría citar el de restauración de la casa-palacio de los marqueses de Peñaflor, en Écija, construcción barroca del siglo XVIII en la que destacan la portada de acceso, el balcón que recorre toda la fachada principal y la escalinata que da acceso a la planta superior. También cabe mencionar la restauración de la antigua cárcel real y corregimiento de Santo Domingo de la Calzada, edificio del siglo XVIII. Otro proyecto que destaca por su singularidad es la rehabilitación del edificio de la Biblioteca Insular de Gran Canaria, obra modernista de 1898 del arquitecto Fernando Navarro y uno de los edificios más representativos de la ciudad de Las Palmas. Por último, citar las rehabilitaciones de dos mercados con valor histórico: la plaza de abastos n.º 1 de Ourense y las Reales Carnicerías de Medina del Campo, obra de 1562 de Rodrigo Gil de Hontañón.

Conjuntos monumentales e industriales

Entre los conjuntos urbanos que se rehabilitarán con cargo al programa se puede destacar el puente de Piedra de Toro, parte del núcleo urbano y las barranqueras,

Vera Nosti



Castillo de Almansa.

lugar de la localidad zamorana con un gran valor paisajístico. También se intervendrá en el casco antiguo de Horta de Sant Joan, de estrechas calles y edificios que conservan su carácter medieval, así como en el conjunto monumental de Orreaga/Roncesvalles, concretamente, con cargo al programa, en el entorno de las capillas de Santiago y del Espíritu Santo. Otro proyecto destacado nos lleva hasta Tembleque, donde se rehabilitará la galería oeste de su plaza Mayor, plaza rectangular porticada con dos niveles de corredores abiertos que fue construida en el siglo XVII y que constituye una de las estampas más características de la arquitectura popular manchega.

Otras actuaciones en entornos urbanos se refieren a parques y jardines históricos. Es el caso de la restauración de las edificaciones de los jardines de El Bosque, en Béjar, Salamanca, o de la intervención en el Jardín Botánico de Madrid, proyecto este último en el que se invertirán con cargo al programa 745.000 euros destinados a la restauración y recuperación del ajardinamiento y cerramiento histórico del siglo XVIII en la parte del paseo del Prado y la plaza de Murillo.

En cuanto a complejos industriales y sus paisajes, pueden reseñarse dos proyectos: la consolidación de la concesión minera "Lord Derby" en Linares (Jaén), complejo minero-metalúrgico del siglo XIX; y la intervención en las salinas de Añana (Álava), una de las industrias salineras más antiguas del mundo.

Todas las actuaciones

	1,5% cultural (euros)
Andalucía	
Rehabilitación del palacete barroco del convento de Santa Cruz de Córdoba.	*363.801*
Consolidación de la torre del homenaje del castillo de Priego (Córdoba).	*428.650*
Restauración y conservación de la muralla de Palma del Río (Córdoba).	*211.942*
Restauración de los restos de murallas del castillo de Lebrija (Córdoba).	*273.316*
Acondicionamiento del alcázar de Carmona (Córdoba).	*286.883*
Restauración del palacio de los marqueses de Peñaflor de Écija (Sevilla).	*750.000*
Restauración de la capilla del Ángel Custodio de Cádiz.	*684.789*
Intervenciones en el palacio municipal Castillo de Luna de Rota (Cádiz).	*15.918*
Logia del jardín de la casa palacio de los Ribera de Bornos (Cádiz).	*97.435*
Rehabilitación de la iglesia de San Agustín de Medina Sidonia (Cádiz).	*627.000*
Restos arqueológicos de Cuarto Real de Santo Domingo de Granada.	*417.732*
Hospital Real e iglesia de San Torcuato de Guadix (Granada).	*922.744*
Restos arqueológicos del Cerro del Castillo en Montejícar (Granada).	*398.470*
Rehabilitación del convento de San Andrés de Málaga.	*658.726*
Rehabilitación de las murallas de Ronda (Málaga).	*116.773*
Rehabilitación del castillo de Villardompardo (Jaén).	*875.934*
Consolidación de la concesión minera "Lord Deby" de Linares (Jaén).	*351.481*
Aragón	
Rehabilitación de la muralla de Teruel.	*181.679*
Consolidación del Palacio Episcopal de Tarazona (Zaragoza).	*606.358*
Asturias	
Mejora de la Casa Consistorial de Ribadedeva.	*8.290*
Canarias	
Edificio de la Biblioteca Insular de Gran Canaria (Las Palmas).	*691.302*
Cantabria	
Iglesia del Seminario Mayor de la Universidad Pontificia de Comillas.	*1.959.948*
Castilla y León	
Camino de Santiago en León e iglesia del Mercado.	*196.789*
Fachada principal del convento de San Marcos de León.	*1.271.630*
Restos del monasterio de San Pedro de Eslonza de Gradefes (León).	*105.348*
Monasterio de San Pedro de Montes de Valdueza (Ponferrada, León).	*485.966*
Oratorio del palacio de Grajal de Campos (León).	*29.990*
Acceso al castillo de Alaejos (Valladolid).	*78.000*
Puente y calzada romana en Becilla de Valderaduey (Valladolid).	*153.646*
Reales Carnicerías de Medina del Campo (Valladolid).	*483.721*
Restauración y consolidación de la muralla de Ávila.	*700.000*
Convento de Santa Ana de Villasana de Mena (Burgos).	*200.717*
Palacio de Avellaneda en Peñaranda de Duero (Burgos).	*175.000*
Muralla del Postigo de Santa María en Almazán (Soria).	*698.599*
Entorno de la iglesia de San Miguel en San Esteban de Gormaz (Soria).	*488.373*
Restauración de la muralla de Segovia.	*583.664*
Tenadas y pozo de nieve del convento de San Andrés de Salamanca.	*150.000*
Torreón de Alba de Tormes (Salamanca).	*185.610*
Edificaciones de los jardines de El Bosque de Béjar (Salamanca).	*188.570*
Recuperación de barranqueras y núcleo urbano de Toro (Zamora).	*742.967*
Castilla-La Mancha	
Castillo de Piedra Bermeja de Brihuega (Guadalajara).	*648.246*
Ermita y plaza de toros de Santa Cruz de Mudela (Ciudad Real).	*122.505*
Restauración de la Casa del Contador en Almadén (Ciudad Real).	*39.874*
Reconstrucción del palacio Clavería de Aldea del Rey (Ciudad Real).	*567.000*
Recuperación del castillo de Almansa (Albacete).	*1.938.120*
Intervención en la plaza Mayor de Tembleque (Toledo).	*304.344*

Cataluña	
Antigua cuadra del castillo Templario de Barbens (Lleida).	*24.424*
Muralla y pozo de hielo de Áger (Lleida).	*43.366*
Camino de Santiago en Cervera (Lleida).	*992.933*
Castillo de Os Balaguer (Lleida).	*185.683*
Claustro del monasterio de Santa María de Bellpuig de Les Avellanes (Lleida).	*407.400*
Castillo de Vergós Guerrejat en Estarás (Lleida).	*111.964*
Estructuras arqueológicas del castillo Segur de Veciana (Barcelona).	*14.270*
Restos arqueológicos del teatro romano de Tarragona.	*197.400*
Restauración del pont de les Caixes de Constantí (Tarragona).	*75.594*
Calles del núcleo antiguo de Horta de Sant Joan (Tarragona).	*667.585*
Muro y torre medieval de Vandellòs i l'Hospitalet de l'Infant (Tarragona).	*326.244*
Castillo de Vallmoll (Tarragona).	*556.638*
Castillo de Montsori en Sant Feliu de Buixalleu (Girona).	*449.983*
Murallas de la ciudad ibérica de Ullastret (Girona).	*651.395*
Ceuta	
Torres de las murallas Merínidas.	*448.711*
C. Valenciana	
Restauración del castillo de Ayora (Valencia).	*360.907*
Recuperación del palau-castell de Betxi (Castellón).	*418.821*
Iglesia del antiguo convento de San Francisco de Benicarló (Castellón).	*259.048*
Castillo, palau Vell y del Duque de Lerma en Dénia (Alicante).	*668.827*
Extremadura	
Restauración de la catedral de Coria (Cáceres).	*1.105.555*
Restauración de la iglesia de Santa Catalina de Badajoz.	*845.793*
Galicia	
Restauración de dos cámaras de la Torre de Hércules de A Coruña.	*150.000*
Casa de los Capellades de la colegiata de Iria Flavia en Padrón (A Coruña).	*396.207*
Rehabilitación de la plaza de Abastos de Ourense.	*3.652.767*
Consolidación del cubo VI de la muralla de Lugo.	*89.944*
Restauración y adaptación del hospital Santo Espíritu de Baiona (Pontevedra).	*1.040.915*
Illes Balears	
Restauración del baluarte de Sant Jordi de Eivissa.	*277.929*
Voladizo del edificio del Ayuntamiento de Palma de Mallorca.	*183.521*
Poblado Talayótico de S'Illot de Sant Llorenç des Cardassar (Mallorca).	*74.868*
Consolidación y reparación del pont de Sant Roc de Maó (Menorca).	*242.296*
La Rioja	
Recuperación y consolidación del castillo de Arnedo.	*1.246.632*
Rehabilitación de la antigua cárcel de Santo Domingo de la Calzada.	*1.137.023*
Muralla y torre Mayor del recinto de San Vicente de la Sonsierra.	*226.783*
Madrid	
Recuperación de ajardinamiento y cerramiento histórico del Jardín Botánico.	*745.000*
Iglesia y torres del convento de las Comendadoras de Santiago en Madrid.	*476.349*
Nuevo acceso para el Museo Naval de Madrid.	*506.336*
Iglesia del monasterio cisterciense de San Bernardo en Alcalá de Henares.	*1.207.953*
Recuperación de la Casa de los Grifos de Alcalá de Henares.	*185.000*
Fachada del colegio mayor de San Ildefonso de la Universidad de Alcalá.	*157.480*
Recuperación del castillo de Buitrago de Lozoya.	*1.501.095*
Adecuación de la Casa de Oficios del monasterio de El Escorial.	*587.887*
Murcia	
Museo y Cuarto de las Ánimas de la catedral de Murcia.	*148.972*
Recinto del castillo-santuario de la Vera Cruz de Caravaca.	*256.991*
Convento de San Francisco de Mula.	*1.746.396*
Navarra	
Rehabilitación del conjunto monumental de Orreaga/Roncesvalles.	*433.817*
País Vasco	
Ampliación del spa salino de Añana (Álava).	*68.859*

Convento de San Marcos de León.

El Camino de Santiago y otro patrimonio

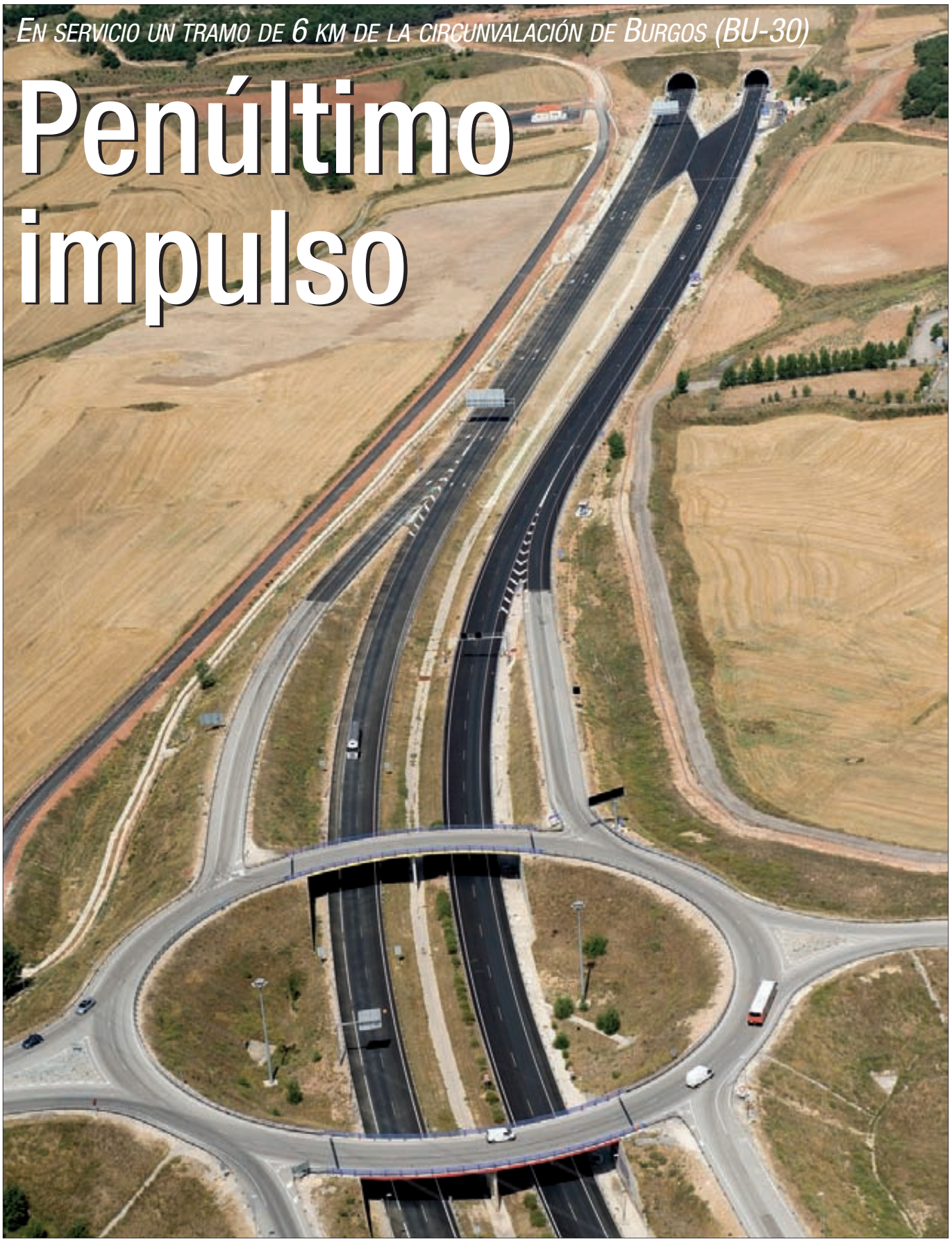
El programa dedica también subvenciones a la recuperación del patrimonio arqueológico. Entre estos proyectos están el del teatro romano de Tarragona, de finales del siglo I, y la construcción de un edificio para la protección y puesta en valor de los restos del Cuarto Real de Santo Domingo de Granada, palacio almohade del siglo XIII, uno de los pocos ejemplos que quedan de arquitectura residencial de esa época. Destacan también el proyecto de restauración de la muralla de la ciudad ibérica de Ullastret, en Girona, o la recuperación de uno de los sectores de la casa de los Grifos, domus del siglo I d.C. de la ciudad romana de Complutum cuyas pinturas murales están entre las mejor conservadas de nuestro país.

Por otro lado, y al igual que en fases anteriores del programa, no pueden faltar las intervenciones sobre el Camino de Santiago. En esta ocasión, las actuaciones recaerán sobre el camino a su paso por la ciudad de León, en la zona del barrio del Mercado, cuya iglesia también será restaurada. Se recuperarán igualmente varios tramos del camino en Cervera (Lleida).

Por último, existen otras obras públicas de valor histórico que se recuperarán con cargo al programa. Entre ellas, el pont de les Caixes de Constantí (Tarragona), el pont de Sant Roc en Maó (Menorca) o el puente y la calzada romana de Becilla de Valderaduey, en Valladolid.

En servicio un tramo de 6 km de la circunvalación de Burgos (BU-30)

Penúltimo impulso



La BU-30 es una autovía de circunvalación básica para la movilidad en el área de Burgos. Página opuesta, enlace de Villímar y boca de los túneles de Buena Fuente.

Javier R. Ventosa. Fotos: DCE Castilla y León Oriental

El anillo de circunvalación de Burgos (BU-30) está más cerca de su cierre definitivo tras la puesta en servicio este verano de su penúltimo tramo. La obra, con una inversión superior a 80 M€ y desarrollada al norte de la capital burgalesa, ha consistido en la construcción de un nuevo tramo de autovía y la conversión en autovía de otro tramo existente, que ha incluido un nuevo túnel.

El Ministerio de Fomento ha puesto en servicio el nuevo tramo de autovía Quintanadueñas-Villatoro y la conversión en autovía del tramo Villatoro-Villímar de la Variante Norte de Burgos, actuaciones que amplían en 6 kilómetros la circunvalación de Burgos (BU-30) y que suponen un paso casi definitivo para la conclusión de este anillo metropolitano. La circunvalación es una infraestructura básica para la movilidad en el área de Burgos y en la zona norte de Castilla y León; cuando esté concluida, los tráficos de largo recorrido procedentes o con destino Madrid, Valladolid, León, Santander, Logroño o Vitoria no tendrán necesidad de atravesar el viario urbano de Burgos.

El nuevo tramo facilita los movimientos de los flujos de tráfico entre el noreste (autovía N-1 Norte) y la circunvalación Sur de Burgos con el norte, la carretera N-623 (Burgos-Santander) y la autovía A-73 (Burgos-Aguilar de Campoo). También sirve a la mayoría del tráfico pesado que tiene origen o destino en el polígono industrial de Villalonquéjar, que es el mayor de Castilla y León. En total, el nuevo tramo de autovía beneficia a los más de 8.800 vehículos que hasta ahora circulaban al norte de Burgos y mejora la fluidez en la zona de los túneles de Buena Fuente.

La actuación ha tenido un presupuesto de ejecución de 72,8 M€, cantidad que sumada al presupuesto de expropiaciones (4,5 M€), a la asistencia de control y vigilancia de la obra (2,7 M€) y al importe del proyecto

(705.000 €) arroja una inversión total de 80,8 M€ por parte del Ministerio de Fomento. Las obras han sido cofinanciadas con fondos TEN-T (Red Transeuropea de Transporte). Bajo la dirección de la Demarcación de Carreteras del Estado de Castilla y León Oriental, la obra ha sido ejecutada por una unión temporal de empresas (Sacyr y Cavosa Obras y Proyectos), la asistencia técnica ha corrido a cargo de la UTE formada por Euroconsult y Geoconsult, y el proyecto ha sido firmado por la ingeniería AEPO.

.\ Características técnicas

El penúltimo tramo de la BU-30 tiene una longitud de 6 kilómetros, de los que 3,5 kilómetros corresponden al nuevo tramo Quintanadueñas-Villatoro de la BU-30 y otros 2,5 kilómetros a la calzada correspondiente a la conversión en autovía del tramo Villatoro-Villímar de la Variante Norte (denominada también Variante de la N-623), hasta ahora de un solo carril por sentido. También se ha ejecutado la conexión con la autovía A-73 hacia Aguilar de Campoo, con un tramo de 1,5 kilómetros.

Como parámetros geométricos, el tramo presenta un radio mínimo de 994 metros y pendiente máxima del 4%, siendo su velocidad de proyecto de 120 km/h. La sección transversal consta de dos calzadas de dos carriles por sentido de 3,5 metros cada uno, con arcén exterior de 2,5 metros e interior de 1 metro y bermas exteriores de 1 metro, siendo la mediana variable, con una anchura máxima de 10 metros.

Viaducto de conexión con la autovía A-73 sobre el tronco de la BU-30.

El paquete de firmes, sobre una explanada E3, está formado por 20 centímetros de suelocemento y 15 centímetros de mezclas bituminosas (sección 232) para el tramo Quintanadueñas-Villatoro, y 20 centímetros de suelocemento y 20 centímetros de mezclas bituminosas (sección 132) para el tramo Villatoro-Villímar.

.\ Trazado

El trazado se desarrolla al norte de la capital burgalesa, en los términos municipales de Burgos y Alfoz de Quintanadueñas, y discurre en sentido este-oeste entre los enlaces de Quintanadueñas y Villímar. Arranca en el enlace de Quintanadueñas, donde conecta con el tramo de la BU-30 en ejecución Villalbilla de Burgos-Quintanadueñas. Se trata de una glorieta elevada sobre el tronco de autovía y sobre un ramal ferroviario, que incluye los ramales de conexión con la carretera BU-622, quedando comprendidos los ramales para los movimientos Villalbilla de Burgos-Quintanadueñas y viceversa en el contrato de obra del tramo contiguo. El enlace comunica con el polígono industrial de Villalonquéjar, con la carretera BU-622 y con el núcleo urbano de Quintanadueñas.

A continuación, el trazado cruza la línea ferroviaria Villalonquéjar-Ciudad Dosante, hoy abandonada, y pasa al sur de los cerros de los parajes de Santervás y Cuesta del Rey. Luego cruza el arroyo de Cañizares y la carretera N-623 a una distancia de 1 kilómetro al norte de Villatoro, y supera el Camino Viejo al monasterio de Fredesval.

En esta zona se ha ejecutado el enlace de Villatoro, una glorieta inferior con función de acceso norte a Burgos que conecta la BU-30 con la autovía A-73 (Burgos-Aguilar de Campoo) y con la Variante Norte de Burgos duplicada. Posteriormente se sitúa la conexión a través de ramales directos con la A-73, así como con la N-623.

A partir de este punto, la autovía se ha ejecutado paralela, definiéndose la nueva calzada sur, a la Variante Norte de Burgos que ya estaba en funcionamiento, como duplicación de esta. Tras un suave giro para tomar dirección sureste, la traza cruza el arroyo de Villatoro y el Camino de Fuente Pastora, y discurre en sección de túnel con tres carriles bajo la ladera de la Granja, en el paraje de Fuente Buena, salvando también el Camino Real de Burgos a Oña. La traza finaliza en el enlace de Villímar, parcialmente existente en la Variante Norte y completado con la duplicación, en el paraje de La Cogolluda y cerca del cruce con el camino a Poza de la Sal.

Túnel y estructuras

La principal obra de ingeniería del tramo ha sido el segundo tubo de los túneles de Buena Fuente, cuyo primer tubo estaba en servicio desde abril de 2008 pa-

Un anillo estratégico para Burgos

✔ *Función. La circunvalación de Burgos (BU-30) es un anillo viario alrededor de la ciudad formado por la unión de varias autovías construidas en distintos periodos (autovía A-1, Variante Norte, Ronda Oeste y Ronda Noroeste), en servicio en la mayor parte de sus 35 kilómetros. Su función es optimizar los tráficos norte-sur y este-oeste en el entorno de Burgos, evitando el acceso a la ciudad. La BU-30 enlaza con cuatro autovías (A-1, A-73, A-231 y A-62) y tres carreteras nacionales (N-1, N-120 y N-627).*

✔ *Ronda Noroeste. El Ministerio de Fomento trabaja actualmente para cerrar la BU-30 en su fachada noroeste mediante la construcción de este recorrido de 17 kilómetros entre la autovía A-231 y la A-1 en Villímar. Prácticamente la mitad del mismo está ya operativo tras la puesta en servicio, en julio pasado, del tramo Quintanadueñas-Villatoro de la Ronda Noroeste y la conversión en autovía del tramo Villatoro-Villímar de la contigua Variante Norte.*

✔ *Tramo final. En la actualidad está en ejecución el último tramo de la Ronda Noroeste, Villalbilla de Burgos-Quintanadueñas, de 9,1 kilómetros. Se trata de un nuevo trazado entre la autovía A-231 y el enlace de Quintanadueñas que incluye dos enlaces, una decena de viaductos (destaca el que salva el río Arlanzón, de 800 metros) y 16 pasos superiores e inferiores. El tramo que cerrará la BU-30 cuenta con un presupuesto líquido vigente de 74,8 M€ y, según la previsión oficial, estará concluido en junio de 2016.*

Boca de los túneles de Buena Fuente y, al fondo, conexión con la autovía A-73.

Origen del tramo en el enlace de Quintanadueñas.

Magnitudes de obra

Excavación	1.754.046 m³
Terraplén	1.424.401 m³
Suelo seleccionado	170.145 m³
Suelocemento	45.395 m³
Mezclas bituminosas	93.126 m³
Hormigón estructural	32.159 m³
Acero para armar	3.622.631 kg
Acero pretensado en estructuras	245.287 kg
Viga prefabricada doble T	755 m

Fuente: DCE Castilla y León Oriental

ra tráfico bidireccional, construido en el marco de la Variante Norte. El nuevo tubo sur se ha ejecutado según el nuevo método austriaco, empleando cemento de tipo sulforresistente (HM-35) en el hormigón proyectado (revestimientos y contrabóveda) debido a la presencia de yesos en el terreno que atraviesa el túnel, con objeto de garantizar la durabilidad del hormigón y un comportamiento adecuado frente a los ataques agresivos.

Como singularidad, ambos tubos tienen características geométricas distintas dado que fueron construidos en proyectos separados. Entre ellas destaca la longitud (523 metros en el nuevo tubo y 528 metros en el existente), la anchura del túnel (14,16 metros en el sur y 12,15 metros en el norte), la anchura de la calzada (12,50 metros en el tubo sur y 10,50 metros en el norte), el número de carriles (3 en el sur y 2 en el norte) y la altura máxima (8,80 metros en el nuevo tubo y 7,90 metros en el existente).

La principal obra de ingeniería del tramo ha sido la construcción del segundo tubo de los túneles de Buena Fuente

En cumplimiento de las normas de seguridad para túneles de la Red de Carreteras del Estado, ambos tubos tienen un equipamiento de última generación en sistemas de vigilancia, comunicaciones, control de tráfico, detección y extinción de incendios, iluminación, ventilación y suministro de energía. Están conectados mediante dos galerías, separadas 203 metros entre sí, para permitir la circulación entre uno y otro y posibilitar la evacuación (son accesibles para vehículos de emergencia). El control del túnel, que cuenta con un centro de control local construido en el lado Vitoria del tubo sur, se realiza desde el centro COEX que el Ministerio de Fomento tiene en el nudo de Landa, en la autovía A-1.

En el trazado se han construido 15 estructuras: cuatro en el enlace de Quintanadueñas; una en el tronco de la BU-30, con dos tableros de 198 metros; otra para la conexión con la A-73 sentido Este, de 274 metros; otra en el ramal de acceso a la A-73 desde el enlace de Villatoro; tres pasos inferiores de reposición de caminos; dos pasos inferiores para el paso de la BU-623 y tres pasos superiores de caminos. También se han ejecutado 15 obras de drenaje transversal y se han repuesto 20 caminos agrícolas.

Glorieta inferior del enlace de Villatoro.

Los trabajos se han llevado a cabo en diversos puntos sobre suelos arcillosos blandos y, en ocasiones, con niveles freáticos muy superficiales, potencialmente generadores de asientos considerables, por lo que para mejorar la consolidación del terreno sobre el que se cimientan algunos rellenos y mejorar su capacidad portante se han implantado columnas de grava sobre el terreno. Este tratamiento geotécnico consiste en la introducción y compactado de material granular (grava) en el terreno de apoyo de terraplenes o cimentación de estructuras, sustituyendo el material existente por otro con mejores propiedades. La acción de estas columnas de grava reduce los asientos, acelera la consolidación del terreno y lo refuerza considerablemente.

Medidas ambientales

La ejecución del tramo ha llevado aparejada la implementación de una serie de actuaciones medioambientales destinadas a minimizar el impacto de la obra en el entorno, que han tenido un presupuesto de 1,85 M€. Entre ellas destacan la siembra e hidrosiembra en una superficie de más de 753.427 m^2, en su mayor parte en taludes, enlaces y medianas, la plantación de 77.456 unidades de especies autóctonas, así como la protección del patrimonio arqueológico y del sistema hidrogeológico, el cerramiento de la autovía, la construcción de zonas de escape para la fauna y la reposición de vías pecuarias, entre otras.

Revista del Ministerio de

Fomento

VIADUCTOS SINGULARES DEL SIGLO XXI

(CARRETERAS)

MONOGRÁFICO
Julio-Agosto 2013

PVP: 3 €

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

SOLICITE SU EJEMPLAR EN TELF. : 91 597 53 85 / 53 91
Por fax: 91 597 85 84 (24 horas)
Por correo electrónico: cpublic@fomento.es

Nueva variante de la A-4 y conexión con la Ronda Oeste

Córdoba gana movilidad

Javier R. Ventosa

Las condiciones de circulación en la zona sureste de la ciudad califal han mejorado de forma significativa tras la puesta en servicio de una serie de actuaciones que incluyen, entre otras, una nueva variante de la autovía del Sur (A-4) y su conexión con la Ronda Oeste de Córdoba. La inversión del Ministerio de Fomento en estas obras supera los 48 M€.

El objeto de las actuaciones ha sido mejorar la seguridad vial y la accesibilidad en la zona sureste de Córdoba, caracterizada por la presencia de dos importantes polígonos industriales (La Torrecilla y Amargacena), un acceso urbano con capacidad limitada para absorber los tráficos de entrada/salida desde/hacia la autovía del Sur (A-4) y, sobre todo, la falta de una conexión directa entre la autovía y la Ronda Oeste (A-3050). Esta vía de titularidad autonómica constituye un eje vertebrador básico para la ciudad al facilitar

Construcciones Sarrión

una rápida conexión de la zona oeste, en constante crecimiento, con las áreas residenciales al norte y los polígonos junto a la A-4 al sur.

Buena parte de las disfunciones se concentraban en el trazado de la autovía A-4 entre el enlace 403 con la carretera N-232 hacia Granada y el enlace 409 con las autovías CO-32 de acceso al aeropuerto y A-45 (Córdoba-Málaga), con unas condiciones de accesibilidad complejas que no se adecuaban ni al crecimiento urbano de Córdoba, ni al volumen de tráfico, ni a la puesta en servicio por la Junta de Andalucía de la Ronda Oeste. En este recorrido han confluido durante años los tráficos de largo recorrido y los locales, que utilizaban el tramo para circunvalar la ciudad por el sur.

Para terminar con estas disfunciones y mejorar la movilidad en la zona, el Ministerio de Fomento ha promovido una serie de actuaciones, incluidas en un protocolo firmado con la Junta de Andalucía en octubre de 2006, consistentes en la construcción de una variante de trazado de la A-4, un nuevo acceso a Córdoba para conectar con la Ronda Oeste y un nuevo enlace entre ambas. Con estas actuaciones, además, se contribuye a conformar la circunvalación de Córdoba. Las obras han sido ejecutadas por Construcciones Sarrión, con proyecto

Construcciones Sarrión

▶ *Vista aérea del nuevo trazado de la variante y de los nuevos accesos a los polígonos industriales.*

de Inserco, control y vigilancia de la obra a cargo de Euroconsult y vigilancia ambiental por Ineco. La inversión total se ha elevado a 48,1 M€, de los que 42,9 M€ han correspondido al presupuesto de ejecución.

Actuaciones

El paquete de actuaciones, encuadradas en el proyecto denominado "Acondicionamiento del enlace y la variante de trazado en la Ronda Sureste de Córdoba. Pp. kk. 404 a 408", ha incluido tres obras principales y otras complementarias. Son las siguientes:

Variante de trazado de la A-4. Se ha construido una nueva variante de autovía (denominada variante de los Visos) entre los enlaces 403 y 409, de una longitud aproximada de 3 kilómetros, con un trazado más alejado del casco urbano respecto al existente, que mejora la seguridad vial en esta zona. La sección tipo del tronco de autovía está formada por dos calzadas de dos carriles de 3,5 metros cada una, arcenes exteriores de 2,5 metros e interiores de 1,0 metro, separadas por una mediana de 7 metros.

A cada lado del tronco, separadas del mismo por tercianas de anchura variable, se han dispuesto vías colectoras unidireccionales formadas por dos carriles cada una, con algún tramo de tres carriles en la margen derecha. Estas vías colectoras dan accesibilidad a la N-432 (sentidos Córdoba Sur y Granada), a la Ronda Oeste y a los polígonos industriales de La Torrecilla y Amargacena, segregando el tráfico de larga distancia de los movimientos de entrada y salida que utilizan la A-4 como vía de circunvalación de Córdoba, y aumentando así la funcionalidad de la infraestructura.

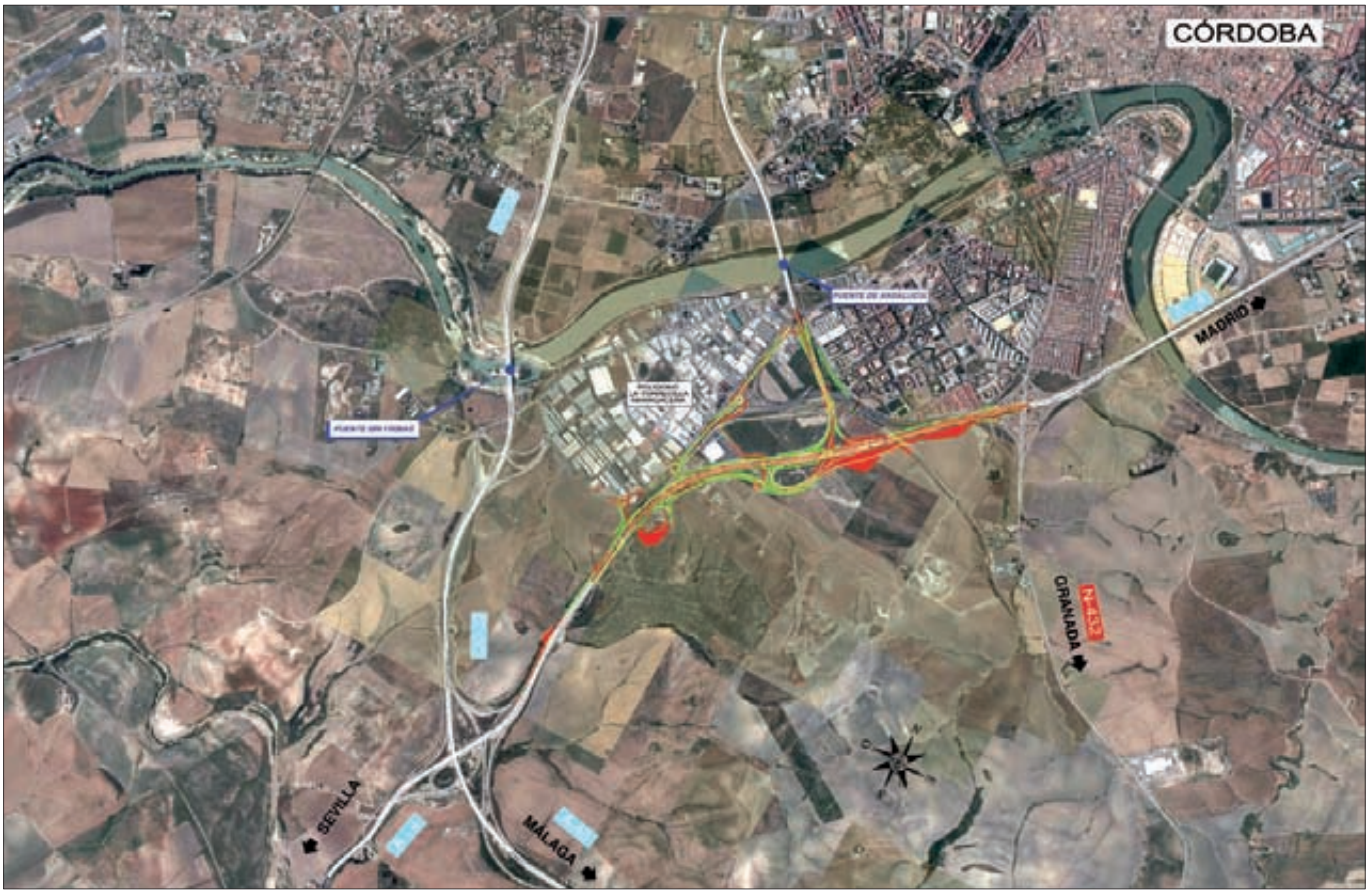
A la altura del p.k. 407 se ha remodelado el enlace de los polígonos, mediante la construcción de una nueva glorieta y la ampliación del paso inferior existente bajo la A-4, alargándolo para ensanchar la plataforma a la au-

Magnitudes de obra

Excavación	1.058.001 m³
Terraplenes y capas de asiento	734.619 m³
Sal y cemento en estabilización de suelos	17.972 t
Mezclas bituminosas en pavimento	94.109 t
Acero estructural para armar	951.265 kg
Hormigón estructural	7.650 m³
Señales de código	235 ud
Pórticos de señalización	20 ud
Barreras de contención de vehículos	23.456 m

Fuente: DCE Andalucía Occidental

DCE Andalucía Occidental



▶ *Ortofoto del esquema viario del sur de Córdoba. Las zonas marcadas en rojo, verde y amarillo identifican los lugares donde se han realizado las obras.*

tovía en toda la Cuesta de los Visos. Para la construcción de las explanaciones se ha procedido a reutilizar el máximo de material excavado (desmontes en material margoso con taludes 4:1), y así reutilizar el menor material de préstamo posible, por lo que se han estabilizado los fondos y terraplenes con cal y cemento. Para los firmes se ha dispuesto, sobre una explanada de suelo estabilizado, 30 centímetros de suelo cemento y 25 centímetros de mezclas biuminosas en caliente. En el capítulo de drenaje, se ha actuado sobre los cauces de agua canalizada existentes, se han ejecutado cunetas revestidas de hormigón para la recogida de agua superficial y se han incluido drenajes para el agua infiltrada.

Conexión con la Ronda Oeste. Desde su apertura en 2008, la Ronda Oeste adolecía de una conexión directa con la autovía: tras salvar el río Guadalquivir sobre el puente de Andalucía, finalizaba poco después en una glorieta de la que partía un vial hacia un enlace en el polígono de La Torrecilla, junto al viejo trazado de la autovía. Esta situación provocaba retenciones en la glorieta y en la avenida de Cádiz, haciendo que la funcionalidad de la Ronda fuera incompleta. La actuación en entorno urbano ahora finalizada ha generado un nuevo acceso directo a la ciudad mediante la prolongación en unos 600 metros de la Ronda Oeste desde la avenida de Cádiz hasta la autovía A-4, evitando los problemas anteriores.A partir de ahora, esta prolongación es la entrada natural para el tráfico procedente de Málaga y Sevilla.

> La nueva variante de la autovía A-4 contribuye a conformar la circunvalación de Córdoba en la zona suroeste

Esta conexión-prolongación consta de dos calzadas de tres carriles, el exterior de trenzado para el inmediato enlace de la Ronda con la avenida de Cádiz, separados por una mediana estricta de 1 metro con barrera de hormigón ejecutada *in situ*.

Enlace A-4 – Ronda Oeste. Infraestructura clave construida en torno al p.k. 405,500 de la A-4 que conecta directamente la nueva variante de la autovía con la prolongación de la Ronda Oeste y la avenida de Cádiz, además de nuevos viales para dar acceso a los polígonos de Amargacena y La Torrecilla. Con ello se propicia el uso conjunto de las tres infraestructuras como circunvalación del sureste de Córdoba, evitando el tránsito por la avenida de Cádiz. De su trascendencia para el nuevo esquema viario de esta zona hablan los datos de intensidad media dia-

Construcciones Sarrión

Las actuaciones han permitido conformar una circunvalación más funcional que proporciona mayor fluidez a los tráficos.

Apertura por fases

La naturaleza de esta obra ha llevado implícita una importante planificación para la puesta en servicio de las distintas infraestructuras que la componen, desarrollada en tres fases desde noviembre de 2014. Estos son sus principales hitos:

Fase 1. Apertura de la nueva variante como desvío provisional. En esta fase, destinada a ejecutar los entronques del nuevo trazado, se han producido variaciones de los desvíos, según la margen en la que se ha ejecutado el entronque.

Fase 2. Puesta en servicio del tronco (calzadas Madrid-Sevilla y Sevilla-Madrid) y de la vía colectora izquierda hasta el enlace con la N-432, con el firme definitivo.

Fase 3. Apertura del enlace con la Ronda Oeste de Córdoba y de la vía colectora de la margen derecha de la autovía. Entrada en funcionamiento de la adecuación urbana de la antigua A-4 que vertebra las comunicaciones del polígono industrial de La Torrecilla con la A-4 y sus vías colectoras.

DCE Andalucía Occidental

ria (IMD) de tráfico: 45.815 vehículos para la autovía A-4 en esta zona y 49.453 para la Ronda Oeste.

Se trata de un enlace con tipología de trompeta que presta servicio tanto al tronco de autovía como a las vías colectoras. Su ejecución ha incluido sendas estructuras de vigas que soportan el tronco de la autovía y la vía colectora derecha. Las estructuras presentan tres vanos isostáticos, el central de 34,59 metros y los laterales de algo más de 17 metros cada uno; respecto a su anchura, la principal tiene 23 metros y la ejecutada para la vía colectora tiene 10,5 metros.

Adecuación del viejo trazado de la A-4. Las actuaciones también han comprendido la adecuación de parte del antiguo trazado de la A-4 en vial urbano, como prolongación de la avenida de Cádiz. En este vial, junto al polígono de La Torrecilla, se han intercalado tres glorietas como elementos esenciales para la accesibilidad a los polígonos industriales para cualquier dirección: A-4, CO-32, A-45 y N-432. El vial presenta calzadas separadas y dos carriles por sentido.

Por otro lado, se han demolido las antiguas estructuras del enlace anterior, así como el viejo trazado de la A-4 desde la avenida de Cádiz hasta el viejo enlace de Granada, lo cual ha permitido la adaptación paisajística más integradora con el entorno, con la creación de nuevos espacios abiertos verdes.

Nuevo carril de trenzado. Al final de la zona de actuaciones, en la subida de la denominada Cuesta de los Visos (calzada derecha de la A-4, hacia Sevilla), se construye un carril de trenzado entre el final de la vía colectora de la margen derecha y la salida 409 hacia el aeropuerto de Córdoba (autovía CO-32) y la autovía Córdoba-Málaga (A-45). Esta actuación se concluirá próximamente. ▮

2016

Mapa Oficial de Carreteras®

ESPAÑA

Copyright. Prohibida la reproducción total y parcial, incluso el volcado del contenido a cualquier soporte incluyendo sistemas de recuperación de información, ni servir de base para una aplicación distinta o funciones añadidas, sin expresa autorización escrita del propietario del Copyright.

Incluye:

- *Cartografía (E. 1:300.000 y 1:1.000.000)*
- *DVD interactivo actualizable vía web (windows 7 o superior)*
- *Caminos de Santiago en España*
- *Alojamientos rurales*
- *Guía de playas de España*
- *Puntos kilométricos*
- *Índice de 20.000 poblaciones*
- *Mapas de Portugal, Marruecos y Francia*

También en el DVD:

1100 Espacios Naturales Protegidos
152 Rutas Turísticas
116 Vías Verdes

Edición 51
P.V.P.: 22,74€

Centro virtual de publicaciones
Librería virtual y descarga de publicaciones oficiales

www.fomento.gob.es

Ampliación del puerto de Arrecife

Viento a favor

Marián Campra García de Viguera

El proyecto de ampliación y mejora del puerto de Arrecife dotará de mayor superficie y línea de atraque al muelle de Los Mármoles, que ganará más de 400 metros de longitud. Se busca con ello garantizar una mayor operatividad a todas sus instalaciones, de manera especial a las dedicadas al tráfico de cruceros, cuyo crecimiento se ve hoy muy limitado con las infraestructuras actuales.

El puerto de Arrecife surgió como un modesto abrigo consagrado esencialmente a las actividades pesqueras, pero el constante incremento de su industria turística y comercial, unido en los últimos años al tráfico de cruceros, lo han situado en la actualidad entre los primeros del Atlántico por número de pasajeros. Ocupa también el tercer puerto de Canarias en cuanto a tráfico de mercancías, y es el primero por descarga de pesca fresca.

AP Las Palmas

AP Las Palmas

Vista aérea de Arrecife y el puerto de Naos.

Durante el pasado año, unos 360.000 cruceristas llegaron a Lanzarote, una cifra que se viene incrementando año tras año. Desde hace más de cinco siglos, los asentamientos de la población de Lanzarote y las actividades económicas de la isla han tenido su epicentro en Arrecife y su puerto, que inició su crecimiento actual en 1908 a partir del comercio de dos productos locales muy demandados entonces, como la cochinilla (colorante natural) y la barrilla (empleada para la fabricación de jabones), que se sumaron al auge de una flota pesquera que aún perdura.

Hoy en día los principales tráficos del puerto de Arrecife vienen definidos por los contenedores y, en un auge cada vez más acusado, los cruceros de turismo, que le permiten ocupar una posición cada vez más importante como escala en el Atlántico oriental.

Aunque en la actualidad cuenta ya con 3 kilómetros de línea de atraque, el plan de ampliación prevé su incremento, lo que también posibilitará aumentar las 120 hectáreas de superficie de flotación y los 450.000 m² de superficie terrestre. En la terminal de contenedores prestan hoy servicio tres grúas pórtico para un movi-

Crecen los tráficos

La actividad portuaria de Arrecife sigue creciendo año tras año. Así, durante 2014 se rebasó la cifra de 1.600 buques que recalaron en puerto, donde se movieron en total 1.300.000 toneladas en mercancías. De esa cantidad, 400.000 toneladas fueron de graneles líquidos y otras 51.000 toneladas de graneles sólidos. Cabe destacar que el tráfico ro-ro alcanzó un dato histórico, situándose en 540.000 toneladas, con 44.700 unidades. Por su parte, como se aprecia en el cuadro, los contenedores TEU también registraron un espectacular crecimiento al superar las 49.000 unidades.

TRÁFICO DE PASAJEROS	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Tráfico de Pasaje	371.269	372.169	326.889	414.346	449.062	484.015
Nº Pasajeros Cruceros	297.667	299.972	258.005	327.972	319.583	358.519
AUTOMÓVILES						
Nº Automóviles		18.276	20.526	23.153	41.077	43.107
BUQUES						
Nº Buques	1.468	1.470	1.665	1.630	1.497	1.623
Nº Mercantes	1.250	1.250	1.428	1.443	1.247	1.418
Nº Pesqueros	218	220	237	187	250	205
Nº Cruceros	200	178	171	204	201	213
MERCANCÍAS (TONELADAS)						
Movimiento total	1.232.000	1.163.575	1.248.386	1.116.526	1.165.104	1.363.122
Cargadas	177.118	172.849	191.718	201.674	201.225	245.899
Descargadas	1.054.882	990.726	1.056.668	914.852	963.861	1.117.220
CONTENEDORES						
Contenedores T.E.U.	40.083	37.825	39.617	35.062	39.286	49.383
TRÁFICO RO-RO						
Unidades	42.368	41.735	43.665	40.620	39.636	44.773
Tráfico Ro-Ro Toneladas	421.575	401.721	458.594	436.282	451.126	544.525

M. Campra

▶ *El proyecto de ampliación (infografía inferior) dotará de mayor operatividad al muelle de Los Mármoles y permitirá más abrigo al resto de infraestructuras.*

M. Campra

miento anual de unos 60.000 TEUs. Fundamentalmente con el crecimiento de estas instalaciones se pretende mejorar su operatividad, de manera particular en todas las infraestructuras dedicadas al manejo de contenedores, abrigo de las escalas de cruceros de turismo, pesca y náutica deportiva.

Por su emplazamiento y configuración, el muelle de los Mármoles ha sido siempre un eje fundamental en la conexión del litoral con el centro de la capital a través de Puerto Naos y el marinero Charco de San Ginés, un paisaje marítimo único que integra el casco histórico y el primer perfil costero donde se ven fondeadas las chalanas dedicadas a la pesca de bajura. El paseo desde la zona de cruceros hasta llegar al centro de la ciudad tiene unos dos kilómetros de longitud y es lugar de paso casi obligado para los miles de cruceristas que llegan a la isla, un trayecto agradable por la marina de Arrecife que permite una primera toma de contacto muy directa con la vida isleña y los monumentos y vestigios más característicos de Arrecife: los castillos de San José y San Gabriel o el puente de Las Bolas y su característica pasarela levadiza. Asimismo el lugar es un entorno natural privilegiado: la luminosa bahía de Arrecife posee el 40% de la biodiversidad biológica vegetal marina de todas las islas Canarias, y sus nueve kilómetros de costa, de aguas tranquilas, son el hábitat de un buen número de aves marinas.

Ampliación

El objetivo de la ampliación del muelle de Los Mármoles es permitir que atraquen cruceros con mayor eslora que en la actualidad y ganar con ello más operatividad en las instalaciones. El nuevo muelle crecerá hasta los 1.230 metros en su línea de atraque, 430 metros más que en la actualidad, con un calado de 20 metros y un ancho de maniobras de 15 metros y medio. Esa línea de atraque ampliada la formarán 6 cajones flotantes de hormigón armado, con celdas cuadradas rellenas de material granular, con una manga de 17 metros y medio, una longitud de 68 metros y un puntal de 23 metros y medio. La prolongación del muelle permitirá asimismo ganar mayor operatividad en el puerto en caso de temporales al permitir mayores márgenes de fondeado y de maniobra a los buques.

M. Campra

M. Campra

▶ *Terminal de contenedores y muelle pesquero de Puerto Naos.*

El muelle ampliado estará dotado con todos los servicios necesarios de abastecimientos, comunicaciones, alumbrado, tomas de combustible y elementos de seguridad. Las obras de ampliación corren a cargo de la UTE formada por las empresas Acciona Infraestructuras y Lanzagrava. El presupuesto asciende en total a 25,5 millones de euros, con un plazo de ejecución previsto inicialmente en 30 meses.

Por su parte, dentro de las actuaciones de remodelación de las instalaciones portuarias, la Estación Interinsular de Pasajeros del Puerto de Arrecife, ubicada en el muelle de Los Mármoles, también se ha ampliado a fin de adecuarla al incremento considerable de los usuarios. El presupuesto de la inversión ha superado los 80 mil euros, y ha permitido dotar de más superficie, confort y funcionalidad a las salas de espera y tránsito de pasajeros.

Otra de las zonas ya mejoradas es la comprendida en Puerto Naos, utilizado actualmente por la flota pesquera. Las obras han consistido en la instalación de un nuevo pantalán de 75 metros lineales, paralelos al muelle actual, con un ancho de 2,30 metros. Se han colocado nuevos *fingers* de 7 y 9 metros, destinados a favorecer el acceso a las distintas embarcaciones y se han ampliado y renovado las canalizaciones de abastecimiento y alumbrado. Las inversiones han ascendido en total a unos 200.000 euros. ▮

SUSCRÍBASE A LA EDICIÓN IMPRESA

Revista del Ministerio de Fomento

TARJETA DE SUSCRIPCIÓN

NOMBRE Y APELLIDOS/EMPRESA ..... N.I.F. .....

DOMICILIO ..... Nº .....

LOCALIDAD ..... PROVINCIA ..... C. P. .....

PAÍS ..... TELÉFONO ..... CORREO ELECTRÓNICO .....

MODALIDAD DE SUSCRIPCIÓN	ESPAÑA	EXTRANJERO
☐ 1 año (11 números)	**25 €**	**35 €**
☐ 2 años (22 números)	**40 €**	**50 €**

Envíenme gratis la el nº extraordinario *"Alta velocidad en España 1992-2011"* que regalan por una suscripción de dos años*
**(Hasta agotar existencias)*

FORMA DE PAGO ☐ **Envío cheque adjunto** ☐ **Envío giro postal nº** ..... ☐ **Domiciliación bancaria** (sólo suscriptores)

De conformidad con lo establecido en la Ley Orgánica 15/1999 de 13 de diciembre de Protección de Datos de Carácter Personal, usted tiene derecho al acceso, cancelación, rectificación y oposición de los datos facilitados mediante solicitud por escrito a : Centro de Publicaciones del Ministerio de Fomento. Paseo de la Castellana, 67. 28071 Madrid. E-mail: cpublic@fomento.es

Enviar a: **Revista del Ministerio de Fomento**
Pº de la Castellana, 67. 28071 Madrid. **Información y suscripciones: 91 597 64 49.** **Correo electrónico: cpublic@fomento.es**

DOMICILIACIÓN BANCARIA

Entidad bancaria .....

Domicilio entidad ..... Nº .....

C.P. ..... Localidad ..... Provincia .....

Muy Sres. míos:
Ruego que, con cargo a mi cuenta y hasta nuevo aviso, atiendan el pago de los recibos correspondientes a mi suscripción que les presentará al cobro la Revista del Ministerio de Fomento, editada por el Centro de Publicaciones del Ministerio de Fomento.

Les saluda atentamente
(firma)

CÓDIGO IBAN CUENTA CLIENTE

E | S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

....., de ..... de 201

EL TITULAR, Fdo. .....

Enviar a: **Revista del Ministerio de Fomento. Pº de la Castellana, 67. 28071 Madrid.**

La iniciativa Faros de España busca dar nuevos usos a estas históricas instalaciones

Una luz más constante

Pepa Martín. Fotos: Puertos del Estado

El faro de isla Pancha, en Ribadeo, Lugo, se convertirá en el primero con uso hotelero en el marco de la iniciativa Faros de España, una propuesta de Puertos del Estado que busca impulsar el desarrollo de actividades en estas instalaciones.

Las costas españolas tienen repartidos por sus puntos más estratégicos 187 faros tradicionales que conforman una parte importante y necesaria del sistema de ayuda a la navegación y también un singular patrimonio que, merced a los procesos de automatización propiciados por la implantación de nuevas tecnologías, ofrece hoy un interesante potencial para el desarrollo de actividades compatibles con las tradicionales de la señalización marítima y favorecedoras de su conservación arquitectónica.

Poner en valor estos enclaves para que sean algo más que faros, manteniendo, eso sí, su función original, es el objetivo de Faros de España, una iniciativa del Ministerio de Fomento a través de Puertos del Estado y de las Autoridades Portuarias para darles otros usos, ya sean de tipo hotelero, acondicionados como albergues u hospedajes, o bien compatibles con el desarrollo de actividades culturales o de interés social, como centros de interpretación del patrimonio natural o cultural, de forma que se abran a los ciudadanos y se garantice su conservación de forma sostenible y respetuosa con el medioambiente, preservando al tiempo su valor histórico-técnico.

La necesidad de atención continua y la ubicación remota, con emplazamientos de difícil acceso en el caso de muchos de nuestros faros, hizo necesario en su día que en ellos se construyeran viviendas para los técnicos encargados de su mantenimiento, bien en edificios aislados o adosados a la propia torre del faro o integrados como parte de sus instalaciones, unas instalaciones que en buena parte han ido quedando en desuso, de modo que solo en 50 de ellos se efectúa hoy algún tipo de actividad humana con regularidad, generalmente vinculada a su propio mantenimiento.

Si bien el faro como infraestructura de ayuda a la navegación marítima sigue y seguirá prestando su servicio adaptándose a las necesidades tecnológicas que en cada momento se requieran, en esos espacios que han quedado disponibles es en los que la iniciativa Faros de España centra su estrategia de conservación impulsando el desarrollo de otras actividades, reutilizando las viviendas de los antiguos fareros dándoles, por ejemplo, un uso residencial que a la vez promueva otras iniciativas turísticas en la zona.

El faro de Fisterra, acondicionado hoy como centro de exposiciones.

Procedimiento

Expertos en distintas materias, como urbanismo, dominio público, señalización marítima o marco regulador legal han constituido un grupo técnico de trabajo para dar apoyo tanto a Puertos del Estado, como a las Autoridades Portuarias, con el fin de desarrollar esta iniciativa que arranca con el referente de experiencias similares en otros países de nuestro entorno, ya que este tipo de usos complementarios en los faros son habituales en aquellos con mayor tradición en la cultura marítima.

De esta forma, el procedimiento para iniciar un proyecto de explotación en el marco de la iniciativa Faros de España es que sean los promotores quienes pongan en marcha la tramitación de sus solicitudes, presentando un proyecto básico que recoja la memoria de servicios y de calidades, y un análisis de viabilidad económico financiera.

Los faros y su dominio público están adscritos a las distintas Autoridades Portuarias, por lo que son estas las encargadas de dar toda la información a los posibles interesados así como de la gestión de las solicitudes que van a permitir el desarrollo y control de la actividad, que será a través de una concesión administrativa por un periodo concreto de años, acorde con el marco legal vigente y el plan de negocio.

Una vez seleccionado un proyecto tiene que someterse a información pública, contar con los pertinentes informes urbanísticos y en materia de costas, así como una evaluación de impacto ambiental si es necesario. Tras ello la Autoridad Portuaria debe emitir un informe que desestime o acepte la propuesta, en cuyo caso deberá remitirlo a Puertos del Estado.

Por su parte, Puertos del Estado es el organismo encargado de elaborar los informes previos que permitan o bien a la ministra de Fomento o al Consejo de Ministros autorizar el desarrollo de este tipo de actividades en una zona que es de dominio público, y comunicar el resultado a la Autoridad Portuaria correspondiente, quien finalmente elabora el pliego de condiciones de la concesión y la otorga.

▶ *Faro de cabo de Peñas.*

Estados Unidos, Chile, Sudáfrica, Australia o el Reino Unido, son algunos de los países desarrollados que ya han puesto en marcha con éxito proyectos similares en los que los faros funcionan como elementos dinamizadores del turismo.

En nuestro país, La Pancha será el primero de ellos, y ya hay una decena de proyectos que las Autoridades Portuarias españolas están valorando y tramitando para usos hoteleros, al margen de los más de cincuenta que ya ofrecen actividades alternativas, como centros de interpretación de la naturaleza, o salas de exposiciones, haciendo compatible así su utilidad técnica con el aprovechamiento social.

Es el caso de Formentor, en Baleares, que cuenta con un restaurante, o el de Fisterra, en Galicia, que alberga una sala de exposiciones. Hasta veintiocho faros de España acogen usos como centros de interpretación, arte y exposiciones, doce faros son utilizados como centros culturales y de formación, cinco como centros de investigación y laboratorios y otros siete faros disponen de cafeterías y restaurantes.

.\ Isla Pancha

Adscritas a la Autoridad Portuaria de Ferrol-San Cibrao, en Ribadeo, en la costa de Lugo, las antiguas instalaciones del faro de isla Pancha, que pertenece al dominio público portuario afecto al servicio de señalización marítima, acogerán dos proyectos independientes en el mismo entorno a los que el Consejo de Ministros ya ha

▶ *En la foto superior, faro de cabo Vilano y debajo, faro de Trafalgar.*

dado luz verde. De forma previa habían recibido el visto bueno de Puertos del Estado, Xunta de Galicia, Ayuntamiento de Ribadeo y de la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar.

Por un lado, sin limitar la prestación del servicio de señalización marítima, se contempla para el uso como alojamiento el antiguo edificio del faro de isla Pancha, ubicado a la entrada de la ría de Ribadeo, que dispone de dos estancias adaptadas a la edificación existente. Por otra parte, se instalará una cafetería en el espacio de los actuales garajes, aunque complementada con una instalación desmontable exterior, que permitirá su actividad en cualquier condición meteorológica.

La construcción de este faro data de 1857 y se diseñó como luz local de 6º orden. Se trata de un edificio de planta cuadrada y 128 m^2 de superficie, en cuyo centro se levanta una torre, también cuadrada, de 3,5 metros de lado y 6,7 metros de altura, rematada con un balconcillo de hierro forjado y un pequeño torreón octogonal que soporta la linterna hexagonal de cristales planos.

Se encendió por primera vez el 30 de diciembre de 1860, proporcionando luz fija roja con un alcance de 9 millas náuticas. En 1980 se construyó un nuevo faro, consistente en una torre aislada con linterna de montantes inclinados, y con alcance de 21 millas náuticas, entrando en servicio el día 1 de octubre de 1983, y quedando el antiguo faro, al que se dará este uso, sin actividad.

.\ Trafalgar y Sancti Petri

Otros de los proyectos que también avanzan acogiéndose a esta iniciativa son los del faro de Trafalgar y la casa del farero de Sancti Petri, que la Autoridad Portuaria de Cádiz ha sacado a concurso para su explotación turística a través del desarrollo de actividades relacionadas con la hostelería, la cultura y el turismo.

En ambos casos la Autoridad Portuaria ha dado el paso, después de que distintas empresas hayan manifestado su interés por poner en valor estos enclaves a través de su explotación turística. Una vez se resuelvan los expedientes tienen que recibir el visto bueno del Consejo de Ministros, no sin antes pasar por Puertos del Estado y el Ministerio de Fomento.

Beneficios económicos

La red litoral de ayudas a la navegación, que en la actualidad cuenta con 547 soportes de los que 187 son faros, tiene un coste medio anual de casi diez millones de euros que financian los puertos españoles a través de la tasa de ayuda a la navegación.

El proyecto Faros de España supone una nueva vía de financiación complementaria para el mantenimiento y conservación de estas instalaciones a través del uso turístico de estos espacios. Este conjunto de actividades alternativas que pueden acoger los faros tiene un doble impacto: por un lado, el económico, en cuanto a la ayuda en su mantenimiento, y por otro el de la conservación.

Tanto en los casos de faros que todavía están en uso como para aquellos que ya no se utilizan, cualquier iniciativa de este tipo resulta muy útil para su propia conservación, desde el punto de vista económico, por la inversión que supone y por su repercusión en el desarrollo local en tanto que soporte de actividades.

La apertura de los faros españoles al uso hotelero ha suscitado ya interés en inversores internacionales, sobre todo en algunas zonas como Galicia y Baleares. Recientemente, esta última Autoridad Portuaria ha manifestado que ya hay catorce peticiones para uso de faros en las islas. Las posibilidades son innumerables pues, además de suponer un nuevo potencial inversor ligado a la consiguiente creación de empleo, la propia belleza de los faros y sus entornos pueden desencadenar numerosas sinergias con otras actividades turísticas que ya existen en la zona o que pueden desarrollarse, como rutas turísticas, entre otras alternativas.

La superficie a ocupar en el caso del faro de Trafalgar, cuya torre no es objeto del concurso, son 3.050 m^2 que se dedicarán a centro de interpretación, teniendo que respetar los proyectos que se presenten tanto las servidumbres que tenga establecidas la Autoridad Portuaria como las que Fomento pueda establecer en el futuro.

En principio sería una concesión a 30 años, prorrogables otros 10 más, con la idea de que sea un centro de interpretación dirigido a la población en general, dedicando especial atención a las visitas de grupos organizados, en el que los temas a divulgar sean tanto los relacionados con la señalización marítima como con la historia, en este caso con la batalla de Trafalgar, o con los aspectos medioambientales de la zona, como son dar a conocer el parque natural de la Breña y las Marismas, así como su flora y fauna.

Arriba, faros de cabo de Trafalgar y cabo de Palos y, debajo, faro de isla Pancha.

Sobre estas líneas faro de Santa Pola y, a la derecha, faro de Chipiona.

En cuanto al concurso para la explotación de la antigua vivienda del farero ubicada en el poblado de Sancti Petri, la Autoridad Portuaria saca a concurso su explotación para destinarlo, por un lado, a centro de interpretación en el que propone dar a conocer el poblado almadrabero de Sancti Petri, el castillo y el templo Melkart, el parque natural de la Bahía de Cádiz, instalar un observatorio de aves o un parque infantil temático. Por otro lado, también plantea destinarlo a hostelería y, si es de interés para el licitador autorizar actividades de restauración, todo ello con concesión administrativa para diez años prorrogables otros 3.

La red litoral de ayudas a la navegación cuenta en la actualidad con 547 soportes, de los que 187 son faros

Plantea para ello la ocupación de una superficie de 433 m^2 repartidos entre un edificio principal de 183 m^2, otro anexo de 71 m^2, un patio de 177 m^2, y una terraza de 93 m^2, con el requisito de que las obras de adecuación tengan en cuenta tanto el entorno como la imagen que se persigue en el proyecto, y se consulten con los técnicos municipales.

Otras actuaciones

Otro faros que son objeto de diversos proyectos y que se encuentran en distintas fases de tramitación son: en Alicante, isla de Tabarca y San Antonio, pendiente de recibir documentación de la Autoridad Portuaria; en Baleares, los de Ciudadela, Portocolom, Cap Gross y Sóllerl. También se han comenzado a desarrollar los de El Pescador, en Santander, en tramitación interna por la Autoridad Portuaria, así como el faro de Málaga.

En otras Autoridades Portuarias, como Pasaia o Santa Cruz de Tenerife, se están llevando a cabo consultas de todo tipo con entidades locales y empresas a fin de llevar a cabo aquellos proyectos que se ajusten mejor a las características propias del entorno en instalaciones como las de Senokozulua, en Pasaia, que técnicamente no es un faro, o en Punta Cumplida, en la isla de La Palma.

© Hufton+Crow

La Fundación Mies van der Rohe de Barcelona cumple 32 años impulsando la arquitectura contemporánea de la Unión Europea

La proyección de un símbolo

Estanislau Vidal-Folch y Ernest Vidal-Folch

Creada en Barcelona en 1983, la Fundación Mies van der Rohe viene desarrollando desde hace más de tres décadas una firme labor de apoyo al impulso y difusión de la arquitectura en el ámbito de la Unión Europea, en especial a través de su premio, quizá el de mayor repercusión internacional de cuantos se conceden en España y que en 2015, en su 27 aniversario, ha incluido como novedad una dotación para que un arquitecto recién licenciado pueda establecer contactos con finalistas y ganador durante un año a efectos de posibles colaboraciones.

Filarmónica de Szczecin, de Veiga y Barozzi, premio Mies van der Rohe 2015.

La Fundación Mies van der Rohe se constituyó en 1983 como organismo autónomo del Ayuntamiento de Barcelona, y el Plenario del Consejo Municipal aprobó, en sesión del 30 de octubre de 2009, su transformación en entidad pública empresarial local a partir del 1 de enero de 2010. Desde su creación, sus principales objetivos fundacionales han sido, por un lado, la conservación, uso y administración del pabellón alemán de la Exposición Internacional de 1929 y, por otro, el impulso y la difusión del debate cultural sobre los problemas de la arquitectura contemporánea, desde la perspectiva de su condición urbana y efectuados a través de premios, conferencias, debates, exposiciones o instalaciones y publicaciones.

Su actividad más destacada es la organización del Premio de Arquitectura Contemporánea de la Unión Europea-Premio Mies van der Rohe (que en 2015 ha cumplido su 27 aniversario), sin duda el reconocimiento en el campo de la arquitectura con mayor repercusión internacional que se concede actualmente en España.

La Fundación cuenta con un valioso fondo archivístico, documental y bibliográfico de arquitectura, centrado en la obra del autor del Pabellón, Ludwig Mies van der Rohe, y en la arquitectura contemporánea.

El Ministerio de Fomento, de acuerdo con el Artículo 8 de los estatutos de la entidad, está representado con dos vocales del Consejo de Administración, en el que también participan, además del Ayuntamiento de Barcelona que lo preside, el Departamento de Territorio y Sostenibilidad de la Generalitat de Cataluña, el Consorcio de la Zona Franca, la Feria Internacional de Muestras de Barcelona, el Colegio Oficial de Arquitectos de Cataluña, la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona, The Museum of Modern Art de Nueva York y la Stiftung PreussischerKulturbesitz de Berlín.

El Premio

El Premio de Arquitectura Contemporánea de la Unión Europea –Premio Mies van der Rohe– tiene carácter bienal y su principal propósito es reconocer y recompensar la calidad de la producción arquitectónica en Europa.

Con ello, el Premio llama la atención sobre la importante contribución de los profesionales europeos al desarrollo de nuevas ideas y tecnologías. Igualmente, ofrece a los ciudadanos y las instituciones públicas una oportunidad para un mejor entendimiento del papel cultural de la arquitectura en la construcción de nuestras ciudades. Además, el Premio trata de promover la arquitectura de dos maneras significativas: estimulando una mayor circulación de profesionales por toda la Unión Europea mediante el impulso de los encargos transnacionales y apoyando a los arquitectos jóvenes en los primeros momentos de su ejercicio profesional.

Las candidaturas de las obras propuestas para el Premio se deciden por un amplio grupo de expertos independientes procedentes de toda Europa, así como por los colegios de arquitectos que forman parte del Consejo Europeo de Arquitectos y otras asociaciones nacionales de arquitectos europeas.

En cada edición bienal, el jurado designa entre las candidaturas dos obras: una que recibe el Premio de Arquitectura Contemporánea de la Unión Europea en consideración a su calidad conceptual, técnica y constructiva, y otra que recibe el Premio al Arquitecto Emergente (desde la séptima edición, en 2001). El jurado también selecciona entre las candidaturas obras ejemplares que son objeto de una publicación y de una exposición.

El Premio está dotado con 60.000 euros y el Premio al Arquitecto Emergente con 20.000 euros. A partir de este 2015 se ha incluido el “Young Talent Architecture Prize”, que permitirá a un arquitecto recién licenciado establecer contactos con los estudios finalistas y ganadores, brindándoles la posibilidad de colaborar con ellos.

Ambos ganadores reciben también una escultura que evoca el Pabellón Alemán de Mies van der Rohe, símbolo del premio. Considerado una de las mejores obras arquitectónicas del siglo XX, el Pabellón encarna los prin-

cipales objetivos que persigue la institución de este premio: excelencia e innovación en términos conceptuales y constructivos.

La Fundación publica un catálogo de cada edición del Premio, donde se presentan las obras seleccionadas y en esta edición, por primera vez, todas las obras nominadas.

El pabellón

El Pabellón Alemán de Barcelona fue diseñado por Ludwig Mies van der Rohe como pabellón nacional de Alemania para la Exposición Internacional de Barcelona que se celebró en Montjuïc en 1929.

El Pabellón de Barcelona, obra simbólica del Movimiento Moderno, ha sido estudiado e interpretado exhaustivamente al tiempo que ha inspirado la obra de varias generaciones de arquitectos. Construido con vidrio, acero y distintos tipos de mármol, el pabellón se concibió para albergar la recepción oficial presidida por el rey Alfonso XIII junto a las autoridades alemanas.

Tras la clausura de la Exposición, el Pabellón fue desmontado en 1930. Con el tiempo se convirtió en un referente clave tanto en la trayectoria de Mies van der Rohe como para el conjunto de la arquitectura del siglo XX. La significación y el reconocimiento del Pabellón llevaron a pensar en su posible reconstrucción.

En 1980, Oriol Bohigas impulsó esta iniciativa desde la Delegación de Urbanismo del Ayuntamiento de Barcelona, e Ignasi de Solà-Morales, Cristian Cirici y Fernando Ramos fueron los arquitectos designados para la investigación, el diseño y la dirección de la reconstrucción del Pabellón.

Fundación Mies Van der Rohe

Los trabajos se iniciaron en 1983 y el nuevo edificio se inauguró en 1986 en su emplazamiento original. Cristal, acero y cuatro tipos distintos de piedra (travertino romano, mármol verde de los Alpes, mármol verde antiguo de Grecia y ónice dorado del Atlas) fueron los materiales utilizados en la reconstrucción. Todos ellos de las mismas características y procedencia que los utilizados inicialmente en 1929.

La originalidad de Mies van der Rohe en el uso de los materiales no radica en la novedad de los mismos sino en el ideal de modernidad que expresaban a través del rigor de su geometría, de la precisión de sus piezas y de la claridad de su montaje.

Sobre estas líneas Estadio Municipal de Deportes de Badalona y, debajo, centro Kursaal de San Sebastián, premios Mies Van der Rohe 1991 y 2002.

Estudio Rafael Moneo.

Fundación Mies Van der Rohe

▶ *El pabellón Mies van der Rohe se sometió a una rigurosa restauración en 1980 impulsada por Oriol Bohigas.*

.\ La edición de 2015

Durante las anteriores ediciones del Premio de Arquitectura Contemporánea de la Unión Europea-Premio Mies van der Rohe, el ganador conocía el resultado un mes antes de la ceremonia de entrega. En la edición de este año 2015 se ha querido hacer el galardón más competitivo y participativo, para acercar la arquitectura al público, al estilo de los grandes premios cinematográficos y literarios. En la ceremonia de entrega 2015, en el Pabellón Mies van der Rohe, por primera vez en su trayectoria, el premio se ha fallado en directo, ante los finalistas y el sector local e internacional. El día anterior, los 5 finalistas habían tenido la oportunidad de exponer ante el jurado y el público, en la sala de actos del edificio de Caixaforum, enfrente mismo del pabellón, las características de sus respectivos proyectos. En el largo proceso seguido hasta su culminación, se ha pasado de los 420 proyectos nominados, a los 40 semifinalistas, y luego a los cinco finalistas presentes el día del fallo del premio.

Coincidiendo con la ceremonia de otorgamiento la fundación ha organizado una exposición en el nuevo espacio museístico Oliva Artés de Barcelona, en el barrio tecnológico del 22@, que ha reunido maquetas, fotos y material de vídeo sobre los 40 proyectos de arquitectura más notables construidos en Europa en los últimos 2 años, incluyendo los ganadores del Premio 2015 y los cuatro finalistas, así como las maquetas de los ganadores de todas las ediciones anteriores. La exposición viaja después por otros países europeos, empezando por Bruselas, en el prestigioso centro cultural BOZAR, en donde se ha inaugurado el 15 de septiembre al mismo tiempo que el gran acto organizado por la Comisión Europea junto con la Fundación Mies van der Rohe, Shaping European Cities, que tiene como formato una serie de charlas cortas y de alto impacto, seguidas de debates, con el objetivo de fortalecer el diálogo entre los responsables políticos, los arquitectos y un público más amplio sobre el papel de la arquitectura de calidad como un elemento clave para la regeneración de las ciudades europeas, así como abrir nuevas vías potenciales de colaboración.

El catálogo este año es un mejor instrumento para el conocimiento y el análisis arquitectónico. Con el objeto de hacer entendible, de forma bienal, la situación de la arquitectura contemporánea europea, publica por primera vez todas las obras nominadas en la actual edición del Premio, precedidas por un análisis en forma de cronogramas y cartografías que muestran la localización, tipología, uso y contexto histórico de los proyectos que han participado en el Premio entre 1988 y 2015. Los proyectos de 2015, agrupados categóricamente por usos y por su grado de representatividad, se publican a escala y se ilustran con la imagen y el dibujo que mejor las representa.

De las 40 obras semifinalistas se destaca el concepto que las ha estructurado, el sistema constructivo o su uso actual. También se incluyen otras informaciones escritas y gráficas sobre el contexto, la dimensión del proyecto, el promotor de la obra, quién ha participado, el coste, o el vínculo de la obra con su entorno. Los textos aportan una visión crítica ya que han sido redactados por los expertos que nominaron cada uno de los proyectos.

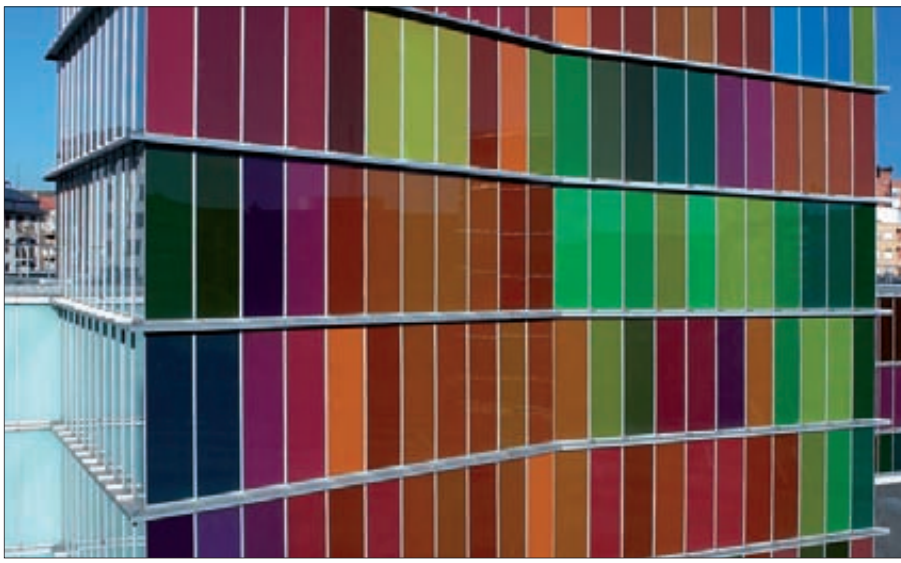
Las 5 obras finalistas y la obra del arquitecto emergente, en esta edición, se han glosado específicamente en una publicación complementaria. En ella se explican con detalle los procesos que llevan a la definición constructiva y funcional de la obra, cosa que permite cono-

cerlas mejor y facilita el proceso de decisión del jurado mediante textos de los mismos autores y los expertos que las nominaron. La publicación muestra dibujos de los autores; fotografías y otros documentos, como textos críticos de autores internacionales de reconocido prestigio.

Los 5 finalistas de este año han sido el Museo de Arte de Ravensburg (Arno Lederer, Jórunn Ragnarsdóttir y Marc Oei); el Museo Marítimo de Dinamarca (Bjarke Ingels y David Zahle); las bodegas Antinori de Bargino (Giovanni Polazzi, Laura Andreini, Marco Casamonti y Silvia Fabi); el Centro de Estudios Saw Swee Hock de la London School of Economics (Sheila O'Donnell, John Tuomey y Willie Carey) y, finalmente, la ganadora, la Filarmónica de Szczecin (Polonia), de Fabrizio Barozzi y Alberto Veiga.

Aunque hay un esfuerzo e intención de centrar la mirada en una perspectiva europea, a través del catálogo es viable identificar también los 36 proyectos españoles nominados en esta edición (entre los 283 en toda la trayectoria del premio) o los de otras nacionalidades.

Entre los proyectos españoles, se podrían citar, por ejemplo, si quisiéramos poner de relieve la internacionalización de la arquitectura española, 7 obras nominadas construidas en el exterior, aparte de la ganadora: Rijksmuseum de Ámsterdam, de Cruz y Ortiz Arquitectos; Crematorium de Holsbeek (Holsbeek, Bélgica), de Coussée & Goris Architects y RCR Arquitectes; Musée Soulages (Rodez, Francia), de RCR Arquitectes; Centro Cultural en Castelo Branco (Castelo Branco, Portugal), de Mateo Arquitectura; Cluster en Kaplankaya (Mugla, Turquía), de OAB Office of Architecture in Barcelona; The Queen's Terminal. Terminal 2 de London Heathrow Airport (Londres), de Luis Vidal + Architects (LVA) y el Serlachius Museum "Gösta Pavilion" en Mänttä (Finlandia), de MX-SI architectural studio y Huttunen-Lipasti-Pakkanen-Architects.



La vistosa fachada del Musac de Castilla y León homenajea a las vidrieras de la catedral leonesa.

Los premiados fueron Alberto Veiga (Santiago de Compostela, 1973) y Fabrizio Barozzi (Rovereto, Italia, 1976) por su proyecto de la Filarmónica de Szczecin (Polonia). Barozzi/Veiga han ganado numerosos premios en concursos nacionales e internacionales; entre ellos, la remodelación del palacio de Santa Clara en Úbeda; el auditórium de Águilas; la Dirección General de la DO Ribera del Duero en Roa; el museo de Bellas Artes de Lausana; la extensión de la Bündner

La arquitectura española en las ediciones del Premio

Con el premio a Francisco Veiga este año, son ya cuatro las ocasiones en que el Premio Mies van der Rohe ha recaído en arquitectos españoles; y otros tres estudios de arquitectura de nuestro país han recibido también el Premio al Arquitecto Emergente.

Premios Mies van der Rohe

✔*1991. Estadio Municipal de Deportes de Badalona (Esteve Bonell y Francesc Rius).*

El edificio tiene dos secciones complementarias, una que forma el gran espacio central y que responde a las dimensiones de la cancha de juego, y otra que distribuye los accesos interiores y exteriores. Las instalaciones de los atletas, las salas de prensa y otros servicios se sitúan debajo de las gradas. La comunicación entre las diferentes zonas, las cuatro entradas a la pista y las conexiones con el exterior se distribuyen a lo largo de dos corredores. Las filas de asientos se apoyan en los muros de hormigón y vigas que descargan el peso hacia los cimientos. Los desequilibrios dimensionales presentados por los dos ejes, la posibilidad muy limitada de módulos de repetición y las dificultades técnicas relacionados con la búsqueda de materiales no artesanales llevaron a proponer un marco monodireccional, con seis grandes vigas situadas a lo largo de un nervio longitudinal. El resultado es un edificio sencillo, con un drenaje racional y mucha luz, de construcción rápida y de bajo costo.

✔*2002. Centro Kursaal de San Sebastián (Rafael Moneo).*

Ubicado en la desembocadura del río Urumea, el arquitecto propuso erigir un edificio que no violentara la presencia del río en la ciudad. El centro de convenciones y sala de conciertos se conciben como volúmenes autónomos separados: dos gigantescas rocas varadas en la desembocadura del río que forman parte del paisaje. El resto de instalaciones se encuentran en la plataforma base de estos cubos. En el exterior, las superficies de vidrio proporcionan protección contra los vientos y dotan al volumen de una opaca y densa masa que va cambiando de día, y una fuente de misteriosa luz por la noche. El espacio abierto de la plataforma sirve de entrada al auditorio y la sala de congresos y supone un espacio de encuentro entre el centro cultural y la ciudad.

✔*2007. MUSAC Museo de Arte Contemporáneo de Castilla y León (Luis M. Mansilla y Emilio Tuñón).*

De una sola planta, construido con muros de hormigón blanco y grandes vidrios de colores al exterior, el museo quiere ser un espacio donde el arte se sienta cómodo y ayude a borrar las fronteras entre lo privado y lo público, entre el ocio y el trabajo y, en definitiva, entre el arte y la vida. La geometría de la planta es una de las peculiaridades más destacadas del museo, heredada de pavimentos de origen romano. El plano del edificio contrasta con la sutileza de su fachada, compuesta por más de

Tuñón y Mansilla

Kunstmuseum en Chur; la Escuela de Música en Brunico y el Tanzhaus en Zürich.

Su trabajo se ha presentado en diferentes exposiciones y publicado en la literatura especializada. Barozzi/Veiga ha ganado premios y menciones internacionales por la excelencia en el diseño, como el Premio Ajac 2007, otorgado por el Colegio de Arquitectos de Cataluña; el Premio Internacional de Arquitectura "Barbara Cappochin" 2011; la Medalla de Oro de Arquitectura italiana 2012 otorgada en la IV edición de la Trienal de Milán; el Talento Joven de Arquitectura italiana 2013, premio otorgado por el Consejo Nacional de Arquitectos, Planificadores y Arquitectos paisajistas de Italia. En 2014 fue seleccionado en el estudio para ser una de las 10 empresas de diseño de vanguardia de ese año por la revista Architectural Record.

Barozzi/Veiga trabajan desde hace diez años en Barcelona, donde tienen el estudio, aunque curiosamente no hayan realizado aún ningún proyecto en Cataluña. Se conocieron, explican, mientras el primero hacía su Erasmus (el gran programa de movilidad universitaria europeo) en Sevilla. Su proyecto para la Filarmónica de Szczecin en su edición de este año ha contado con la colaboración de una joven arquitecta polaca de su estudio. ¡Difícil ser más europeo! Su estrategia de trabajo desde que se instalaron en la ciudad, aplicada tanto al mismo premio europeo como a otros proyectos realizados, ha consistido básicamente en presentarse a concursos, ganados en competencia con proyectos de otros equipos.

El edificio de la filarmónica de Szczecin, de Barozzi y Veiga es una obra de fuerte carga expresiva que combina ligereza y austeridad

El edificio de la Filarmónica de Szczecin (Polonia), destinado a albergar una sala de conciertos (1.000 espectadores) y una sala de cámara (200 espectadores), y situado en el mismo lugar donde estuvo instalada una filarmónica hasta que el edificio fue bombardeado, como casi toda la ciudad, durante la Segunda Guerra Mundial, es de una gran complejidad y el proyecto más im-

3.351 vidrios, de ellos 2.719 translúcidos. El mosaico de cristales de 37 colores se ha obtenido a partir de la digitalización de una imagen de la vidriera "El Halconero" de la catedral de León.

Premio al Arquitecto Emergente

✔*2011. Casa Collage en Girona (Bosch-Capdeferro Arquitectures: Ramón Bosch, Elisabet Capdeferro).*

Este proyecto nació de la recuperación de edificios degradados en el centro histórico de Girona. Los patios eran especialmente importantes y actuaban como centros de gravedad del espacio, y su naturaleza desocupada les permitió convertirse en verdaderos organizadores de la estructura funcional y espacial del edificio. Es de destacar el aprovechamiento de la eficiencia de los sistemas energéticos pasivos: inercia térmica de los muros perimetrales, colocación de los patios, existencia de ventilaciones cruzadas y diversidad de orientaciones, así como la incorporación de elementos tradicionales. Se adoptaron geometrías ligeramente irregulares, y el uso de un patrón de composición vertical que ayudó a dar un sentido de unidad.

✔*2013. Academia de Música Red Bull en Madrid (Langarita-Navarro Arquitectos: María Langarita, Víctor Navarro).*

En 2011, la Red Bull Music Academy (RBMA), festival de música nómada de periodicidad anual, iba a celebrarse en Tokio. Pero como consecuencia del terremoto, el festival se trasladó a Madrid, al complejo Matadero, donde se creó en muy poco tiempo un espacio dedicado específicamente a la creación de audio y la investigación. El proyecto de construcción se plantea como una estructura temporal en base a los criterios de adaptabilidad y reversibilidad que harían fácil reconfigurarlo total o parcialmente con el tiempo. El proyecto se desarrolló en el interior de una nave como una estructura urbana fragmentada en la que la relación variable entre la proximidad y la independencia, y la preexistencia y funcionamiento, podría ofrecer etapas inesperadas a su comunidad de habitantes.

✔*2015. Casa Luz en Cilleros, Cáceres (Arquitectura-G: Jonathan Arnabat, Jordi Ayala-Brill, Aitor Fuentes, Igor Urdampilleta).*

Casa de pueblo entre medianeras, de planta alargada y crujía estrecha, abierta en su parte trasera a un huerto. Se vació todo el interior y se organizó una nueva casa en torno a un patio central. Rodeando el patio se construyen cuatro forjados escalonados a distintos niveles, dedicados cada uno a un solo uso. El salón y la cocina están entre el verde del patio y el del huerto. La sala y cocina son atravesadas por el núcleo de escaleras, evitando que la circulación invada los dormitorios, que se encuentran entre el patio y la fachada principal. La estructura y la construcción destacan por su simplicidad.

Fundación Mies Van der Rohe

Fundación Mies Van der Rohe

portante realizado en la ciudad desde la postguerra. Es un proyecto sintético que comparte elementos de identidad de su contexto cercano, en el que predominan la masa, la verticalidad y la forma de las cubiertas, pero que también lo identifican con el resto de la ciudad. La carga expresiva del edificio, concentrada en la matriz que moldea la cubierta y en su corona perimetral, es resultado de la influencia de cierta arquitectura expresionista centroeuropea. Desde el exterior, el edificio se percibe como un volumen de gran ligereza (algunos lo han comparado con un gran iceberg) en el que la fachada de vidrio –a veces traslúcida, a veces opaca– transmite cualidades expresivas en función de su uso.

En la actual edición del premio, que registró 420 proyectos nominados, se ha buscado un mayor acercamiento al público

Desde el interior, el traslado de los espacios de servicio y los núcleos de comunicación hacia el perímetro aporta al edificio una relación sensible con el exterior, al tiempo que delimita un ámbito libre, reservado para el protagonismo de la sala sinfónica y de cámara. La aparente austeridad del conjunto se contrapone a la expresividad de la sala principal, tratada como un objeto de orfebrería y en línea con la tradición clásica de las salas de concierto centroeuropeas. La decoración –ornamento y función– está realizada gracias a la tradición artesana local a partir de un elemento revestido de pan de oro. Por cuestiones de acústica, el grado de fragmentación de este elemento sigue una sucesión de Fibonacci que aumenta en relación a la distancia con el escenario.

El edificio también alberga un espacio multifuncional para exposiciones y conferencias, y un amplio hall de entrada que también se puede utilizar para organizar eventos. En su materialidad, el edificio se percibe como un elemento de luz: la fachada de cristal, iluminada desde el interior, permite diferentes percepciones. La austeridad exterior y la simple composición de los espacios de circulación interior contrastan con la expresividad de la sala principal y la sala de conciertos.

El edificio adopta predominantemente sistemas pasivos de control energético. El elemento principal es la fachada de doble piel que canaliza gran parte del sistema de instalación para proporcionar un aislamiento acústico global y una ventilación natural para evitar el sobrecalentamiento. Iluminado por un sistema de LED, el edificio se convierte en un volumen que brilla intensamente con un consumo mínimo de energía. El revestimiento del techo es un paquete de varias capas, con diferencias sobre la sala de conciertos respecto de otras zonas, para optimizar la acústica y aislamiento térmico.

"A diferencia de proyectos anteriores –dicen sus autores– Szczecin se proyecta buscando la máxima autonomía, tal y como muestra la planta. La intención es construir un objeto específico del contexto y autónomo al mismo tiempo. Por lo tanto, no se trata de inventar, lo fundamental es descubrir lo existente para desvelar una nueva realidad" (Barozzi/Veiga y Miesarch). ▮

Sobre estas líneas casa Luz en Cilleros (Cáceres) y casa Collage (Girona) cuyos autores recibieron el Premio al Arquitecto Emergente en las ediciones de 2015 y 2011.

RECOPILACIÓN ESPECIAL DE REPORTAJES PUBLICADOS EN LA REVISTA ENTRE 2009 Y 2012 Y OTROS DE NUEVA EDICIÓN

Una selección de antiguos trazados ferroviarios, hoy acondicionados por el Programa de Vías Verdes, para descubrir la naturaleza y el patrimonio histórico de los territorios que surcaron a través de 30 rutas accesibles para todos.

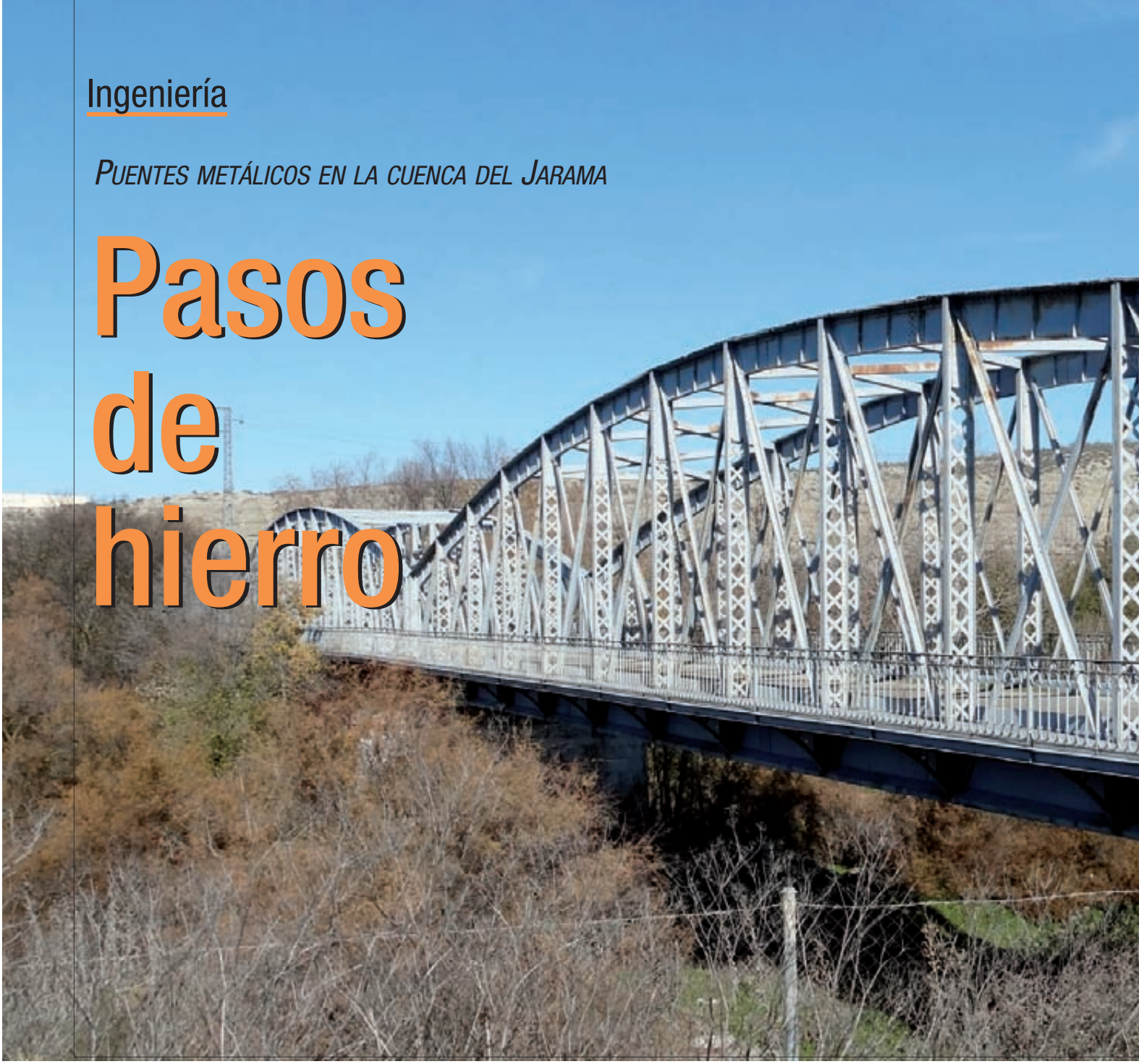
PVP: 10 €

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

SOLICITE SU EJEMPLAR EN TELF. : 91 597 53 85 / 53 91
Por fax: 91 597 85 84 (24 horas)
Por correo electrónico: cpublic@fomento.es

Puentes metálicos en la cuenca del Jarama

Pasos de hierro



Texto y Fotos: Luis Solera

El empleo de elementos metálicos en las infraestructuras viarias fue una de las grandes aportaciones de la Revolución Industrial a la obra pública. Su uso permitió la modelización en serie, con los consiguientes abaratamientos de costes y agilización en el proceso de construcción. En Madrid, uno de sus más castizos ríos, el Jarama, tradicional frontera hacia el levante, atesora uno de los más ricos patrimonios de puentes metálicos de todo el país.

La Revolución Industrial que se inicia en algunos países europeos, especialmente en Inglaterra y Francia, tiene como novedad un cambio en los medios de producción y en los avances tecnológicos, físicos y químicos aplicados en los procesos fabriles. Aunque las primeras obras en hierro se remontan al siglo XVIII y sirva como ejemplo el puente de Coalbrookdale sobre el río Severn en Inglaterra, inaugurado en 1781, el desarrollo pontonero en hierro se produce en el siglo XIX. Así, en París se construye con hierro fundido el puente de las Artes sobre el río Sena bajo la dirección de Louis-Alexandre de Cessart entre los años

▶ *Puente de Rivas-Vaciamadrid.*

1801 y 1804. Otras obras interesantes son el puente colgante Wheeling en Ohio, EE. UU. terminado en 1849 o el de Brooklyn en Nueva York, construido entre los años 1870 y 1883, además del puente de Luis I en Oporto, el Tower Bridge de Londres o el Colgante de Bilbao, construidos por aquellas fechas, poco antes de que finalizara el siglo XIX.

De todos es sabido que la impactante Revolución Industrial llegó a nuestro país más bien tarde e incompleta. Ni que decir tiene que lo hizo en mayor profundidad en Cataluña y Euskadi. No obstante y en lo referente al tema que me ocupa, en la Comunidad de Madrid existen algunos ejemplos de mérito que trataremos de presentar en este estudio.

.\ Tipologías

En general, son puentes de tablero medio-corto y estrecho con apoyo en estribos de cabeceras hormigonados y pilas de piedra en el cauce, con diferentes celosías, algunos en caja, esto es, también cubiertos en altura, con gálibo variable, construidos en vigas laminadas con sección transversal en forma de T o doble T, de buen porte en asiento y en altura sobre las que se despliega un refuerzo de perfiles y pletinas de variada forma y grosor formando aspas (Cruz de San Andrés), diamante (rombos), triangulaciones (tipo Warren o Pratt) o rectángulos y que sirven para dar consistencia, elasticidad y alta resistencia a la obra. Todos los elementos se

▶ *Pasarela del parque del Capricho, un curioso precedente del uso del metal en pasos fluviales.*

unen por medio de roblones, remaches, pernos y tornillería; rara vez por soldadura, salvo en rehabilitaciones. En algunos casos también aparecen viguetas de doble T macizas o de una pieza, modernas, como refuerzo de estructuras primitivas.

No cabe duda de que el río Jarama es genuinamente madrileño y –desde su nacimiento en Peña Cebollera– discurre por el Este provincial en dirección N-S lindando muchas veces con Castilla-La Mancha a lo largo de 190 kilómetros hasta su desembocadura en el río Tajo, cerca de Aranjuez. Tiene como afluentes importantes otros ríos de raigambre como son el Lozoya, el Manzanares, el Henares y el Tajuña, además de variados subafluentes y arroyos que evacuan sus aguas en este cauce. Se trata de bellos ejemplos de puentes de hierro construidos desde el último tercio del siglo XIX hasta la década de los años 30 del pasado siglo cuyo catálogo se expone a continuación siguiendo una sucesión cronológica.

.\ Capricho precursor

En el parque del Capricho hay un curioso precedente del uso de metal en pasos fluviales que merece la pena citar por su rareza y carácter anticipatorio. Se encuentra en el barrio de la Alameda de Osuna, dentro de lo que antaño fue una residencia de verano de la duquesa de Osuna, María Josefa Pimentel, que mandó construir diferentes estancias, jardines y estanques en la villa desde 1787 y que continuaron sus herederos hasta 1839, cuando dan por concluido este proceso. En la zona existía uno de los tantos manantiales que confluían en el río Manzanares y que, en este caso, canalizaron y utilizaron en fuentes al estilo romántico. Para salvar el cauce en uno de sus puntos, quizás el arquitecto Martín López Aguado, pues fue el último que incorporó algún proyecto nuevo, se propuso la construcción de un pequeño puente o pasarela que fue realizado hacia el año 1830 en hierro forjado, madera y granito. Es una bella pasarela al estilo de las venecianas, con una corta plataforma de 293 centímetros por 112 centímetros de ancho, muy elevada sobre el cauce para permitir la construcción de airosas escalinatas a ambos lados y un vano en arco de medio punto. A base de pletinas, barras y tubo o cordón de hierro se ensambla la estructura con remaches y pernos de abrazadera. En la parte inferior de la plataforma, varias barras transversales sirven de soporte de la cubierta compuesta por seis tablones de roble acanalados dispuestos longitudinalmente. En ambas cabeceras una escalinata de 10 peldaños de madera sobre esqueleto de hierro perfectamente acabados y como colofón y a modo de estribos, más escalinatas de cuatro peldaños de sillería de granito con labrado pri-

▶ *Puente de Arganda del Rey.*

moroso. Barandillas historiadas pintadas de negro en todo su recorrido completan este interesante conjunto. De ser cierta la datación de la pasarela-puente se le puede considerar la estructura pontonera de hierro más antigua, no solo de Madrid, sino de España, pues se adelanta unos años al de Sevilla sobre el río Guadalquivir y conocido como Puente de Triana, construido entre los años 1845 y 1852.

.\ En celosía

El puente de la Charcuela, en Torremocha del Jarama, se levanta como construcción de hierro en 1866 aprovechando elementos de puentes anteriores como estribos y pilas. Se trata de un puente de celosía inferior con 4 secciones que apoyan en estribos de cabeceras y tres pilas sobre cauce con cuatro vanos que producen luces de 18,16,19 y 20 metros respectivamente. Tiene una longitud de 83 metros y resulta angosto pues mantiene una calzada de 3,86 metros sin aceras, salvo dos estrechos apartaderos para viandantes donde refugiarse ante el cruce de vehículos. Dispone de dos grandes vigas de alma llena ensambladas en cruces de San Andrés con sencillos perfiles angulares así como la unión de los cordones inferiores se realiza con cruzamientos de perfiles ligeros anudados con remaches. Pilas desiguales, de fábrica, algunas con sillares ciclópeos, muy antiguos. En superficie, sobre la cubierta de hormigón, sucesivas capas de asfalto como cualquier vial de rodadura. En bordes de tablero, largas barandillas de hierro en cuadradillo soldado, con 103 centímetros de altura, pintadas de azul.

El puente de ferrocarril de Arganda pertenece a la vieja línea de vía estrecha que unía Madrid con Alocén, en Guadalajara, inaugurada en 1886. No hay datos de proyecto y empresa constructora aunque entra en la tipología genuina de puente ferroviario. Mantiene un larguísimo tablero de 288 metros apoyado en estribos de cabecera y cinco pilas de hormigón de variada forma, quedando una sola de ellas dentro del cauce actual. El ancho es de 5,16 metros incluido el pasillo de inspección y consta de dos celosías de 3,58 metros de altura intermedia en tablero –1,50 metros sobre raíles– con contravientos en cruz de San Andrés y mantiene un tramo cerrado en cajón sobre el cauce y dos altas estructuras triangulares que unen y afirman las otras secciones en que se subdivide el tablero. Es un exponente perfecto de utilización de acero laminado en planchas longitudinales (perfiles planos como flejes, pletinas o llantas) juntas o trabadas formando “vigas de alma llena armadas” sin utilizar perfiles de fundición prefabricado de T o doble T, más costosos de transportar has-

Puente ferroviario de Valdecorzas.

ta obra para su montaje. Por lo tanto, toda la estructura está cosida y reafirmada por un trabajo perfecto de remaches salvo pequeños detalles de cortas pletinas, chapas o cartabones de refuerzo que se han unido por soldadura. La estructura férrea de traviesas y raíles así como el pasillo se apoyan en poderosas vigas de doble T igualmente formadas con perfiles planos y de sección en L fijadas en palastros de la zona central de las celosías laterales.

El puente de Soto de Aldovea sobre el río Henares se encuentra en el límite sur de Torrejón de Ardoz (Parque Europa) y fue construido por la Sociedad de Material para Ferrocarriles y Construcciones de Barcelona. Esta compañía es la antigua Can Girona Forjas, que además de poseer una de las mejores herrerías de la época, participó en la mayoría de los eventos importantes del mundo metalúrgico hispano. En este caso también se ignora el proyecto o el ingeniero que lo construyó pero sabemos que se inauguró el 6 de mayo de 1889 coincidiendo con la famosa Exposición Universal de París, donde Eiffel mostró su gran emblema, la torre homónima. Curiosamente, muy cerca de esta obra pontonera el ayuntamiento construyó el Parque Europa con variadas réplicas de monumentos entre los que se encuentra una Torre Eiffel muy lograda así como un Tower Bridge londinense encantador.

Se trata de una puente corto, con tablero recto de 42 metros de longitud y una anchura total de casi 6 metros incluyendo dos aceras de 73 centímetros cada una. La estructura es de palastros con perfiles y pletinas bien cosidas por medio de multitud de pernos. Las de borde o balaustradas consiguen formas de doble T robusta con medidas de 50x60 centímetros que actúan como bastidores en el entramado de 10 cruces de San Andrés en cada lado. La caja se cierra en altura con una serie de vigas transversales de refuerzo en celosía de aspas bellamente manufacturadas ofreciendo un gálibo aproximado de 4,20 metros. La calzada estrecha se rellenó de arena y algo de grava, pues pertenece a una vía pecuaria, y las aceras son de chapa galvanizada con estrías, algo deterioradas. La plataforma se asienta en dos estribos, probablemente de hormigón, recubiertos de mampostería y sillares de caliza bien trabajada en esquinas.

En Titulcia

El puente de hierro sobre el río Jarama en Titulcia es hoy un puente ligero y sensible a las sobrecargas y aunque ha sufrido refuerzos y reconstrucciones, especialmente en 1935 y 1947, era un punto negro y lento en el tránsito de vehículos en las últimas décadas. Tenía un semáforo para regular su cruce ya que solo admitía tránsitos en una dirección y los vehículos pesados no podían cruzarlo. Desde el año 2002, con la construcción del nuevo puente, ha quedado cerrado, sirviendo exclusivamente como paseo de transeúntes y paso de bicicletas.

Puente de Mejorada del Campo desde aguas abajo.

Poco se sabe sobre su construcción, salvo que las obras se iniciaron en 1891 y se terminaron en 1894 sin datos sobre proyecto, ingenieros, fundición o empresa constructora. Consta de tres vanos y una larga plataforma de 160 metros subdividida en tres secciones de la misma longitud que se corresponden con las celosías consiguientes. La anchura total es de 6,80 metros subdivididos en una estrecha calzada asfaltada de 3 metros, dos aceras de chapa estriada que suman otros 3 metros y el resto correspondiente a vigas y barandillas. Tiene vigamen potente de acero laminado con sección en forma de L de 76x50 cm pegados dos a dos y ampliamente remachado en juntas y nudos, con un esqueleto de cordones y barras verticales en los extremos; la celosía interior la constituye una sucesión de cruces de San Andrés sin bastidores o péndolas fijadas con tornillería; está cerrado en su techo por otra sucesión de vigas de menor calibre, caladas en cruces continuas que permiten un gálibo alto de aproximadamente 5 metros. La obra se asienta en dos estribos de hormigón recubiertos de sillares de caliza blanca y en cauce un par de pilas longitudinales con cantos semicirculares de sillar calizo. Su estado actual es bueno. No existen paneles informativos sobre este monumento.

El puente de Valdecorzas sobre el arroyo de Los Torilejos es un puente ferroviario de la antigua Compañía de Ferrocarriles del Tajuña cuya propiedad tenía la empresa Sociedad Belga de Caminos de Hierro, inaugurándose este tramo en 1901, con apartaderos en El Valle, El Alto y Cornicabra. Actualmente y tras el levantamiento de los raíles, se ha convertido en una larga e interesante vía verde ciclista, atravesada en este punto por un camino pecuario.

El puente ferroviario de Arganda, con sus 288 m de tablero, es uno de los mejores exponentes de las posibilidades constructivas del acero

Se trata de un pequeño puente de 17 metros de largo y 3,46 metros de ancho con tablero de vigas de acero con airosos cantos reforzados con perfiles en pequeñas cruces de San Andrés y que se asienta en estribos superiores a modo de calzos. En la parte interna y como soporte del anterior, una celosía de cajón de muy buena factura que apoya sobre los estribos en un escalón inferior. El conjunto, además, reposa en dos altas pilas rectangulares centrales revestidas con mampostería y esquinadas con sillares almohadillados de excelente fábrica. Por la parte inferior del tablero se muestran las vigas longitudinales o largueros reforzados con entramados en aspas, y a ambos lados, en chapa de acero,

Puente de Rascafría. Debajo, puente de Torrejón de Ardoz sobre el Henares.

lo que fueron viales de inspección de peones; todo el conjunto esta ensamblado por medio de remaches y se encuentra en muy buen estado de conservación, perfectamente protegido con imprimaciones de pintura negra antioxidante.

.\ Célebre

El puente sobre el Jarama de Rivas-Vaciamadrid es, quizás, el más célebre y glamuroso de los de la Comunidad de Madrid, pues fue protagonista en el traslado de las obras de arte del Museo del Prado hacia Valencia durante nuestra guerra incivil, baluarte importante en el frente NE y en la batalla del Jarama de la citada guerra; también lo cita Ernest Hemingway, lo fotografía Gerda Taro y se ha rodado alguna película en la que aparece; en el año 2010 se celebró su primer centenario.

Su historia es paralela a la de muchos puentes: En este caso, correspondía a la importante ruta de Madrid a Valencia y se vadeaba el río Jarama por allí, pues era un lugar idóneo para tránsito de caballerías, recuas y carretas por medio de barcazas sujetas a maromas que trabajaban desde las dos orillas. Tras la construcción y derribo de variados puentes, en 1884 se proyecta un puente de hierro diseñado por Enrique Calleja con cuatro tramos de vigamen parabólico que no se realiza. Finalmente, teniendo en cuenta el anterior pero reduciendo el número de vanos a tres, se diseña en 1905 y se realiza por los técnicos del antiguo Ministerio de Fomento en subasta adjudicada al promotor Manuel Victoria de Lecea, inaugurándose en el año 1910. Como vestigios de obras anteriores quedan las pilas de sillería caliza y

los estribos del mismo material en ambas cabeceras. En 1964 se construye en la vieja nacional N-III un puente de hormigón y este queda en desuso. Actualmente se encuentra rehabilitado como puente peatonal o para tránsito de bicicletas y motos. Mantiene un tablero horizontal con firme de adoquín, como la antigua carretera, tapado por una fina capa de asfalto y viales peatonales a ambos lados de galvanizado de chapa estriada para mejor adherencia de los transeúntes que lo cruzan, volados en rasante y apoyados en finas ménsulas de perfil de hierro. Los tramos de celosía se soportan en perfiles verticales o péndolas de ángulo recto con trabazón de pletinas a modo de bastidores elásticos afirmados por otros perfi-

▶ *Puente de Torremocha del Jarama.*

les en cruz de San Andrés que dan vistosidad al conjunto de la estructura. En los bordes del tablero aún subsisten las viejas barandillas de hierro forjado que se aprecian en las fotografías que se hicieron cuando el traslado de la pinacoteca madrileña en 1937. En las cimas parabólicas –tres segmentos– hay un cierre o unión de celosía con costillas de perfiles y viguetas que marcan un gálibo de 4,30 metros como altura máxima en el transporte de mercancías. El conjunto estructural se fija y adhiere por medio de remaches y pernos en todas sus partes, siendo insignificantes los elementos o nudos fijados con soldadura. Su estado actual es bueno aunque requiere un buen saneamiento, eliminación de óxidos y repintado completo.

El puente sobre el Jarama de Rivas-Vaciamadrid fue testigo del traslado de las obras del museo del Prado a Valencia en 1937

El puente de Mejorada del Campo sobre el Jarama es de tipología semejante al anterior, por lo que pudiera haberse construido hacia 1910, y ya figura en un antiguo mapa de 1916. Todavía subsiste una basa de una antigua pila que pertenecería a un puente de hierro colgante anterior. Se encuentra en el llamado Paraje del Raso.

Está estructurado en tres secciones, las de cabeceras en U y la central parabólica y en cajón. En este caso, el soporte directo de cargas es a través de largueros longitudinales apoyados en cojinetes sobre ambos estribos y dos pilas en cauce. Sobre ellos y en unión perfecta el vigamen propio de las celosías (cordón inferior), ensamblado con perfiles de acero en L y T debidamente cosidos con remaches a los largueros. Se consigue un ancho regular y muy ligero de 30 centímetros en la estructura horizontal. Los sectores exteriores dibujan el tipo de viga Pratt y el central parabólico por medio de palastros muy calados a los que se ensamblan fuertes perfiles formando cruces de San Andrés. La longitud del tablero es de 103 metros subdividido en 23 metros correspondientes a cada uno de los tramos exteriores y 57 metros para el parabólico, que se asienta en dos pi-

Celosía en cajón del puente de Titulcia.

las rectangulares con frente redondeado de hormigón forradas de chapa rizada. A ambos lados y sobre pretiles otros 10 metros de calzada. El ancho total es amplio, con 8,46 metros subdivididos en 5 metros para calzada (solera hormigonada y recrecidos de asfalto) y dos viales de 1,73 metros cada uno de chapa de hierro estriado, actualmente muy oxidadas. Estos viales van volados junto a rasante y apoyados en pequeñas ménsulas de perfil de L reforzadas con cartabones, todo ello bien remachado. Subsisten en los bordes de ambos largueros tuberías y canaletas por las que circulaban aguas y cableado eléctrico. El gálibo de la celosía central es de 4,25 metros. Actualmente el propio puente y unos metros de calzada a ambos lados se encuentran cerrados al tráfico con vallas biondas de seguridad cruzadas fijadas al asfalto.

El puente de Rascafría se levantó en 1931 para enlazar con Miraflores por el puerto de la Morcuera

Finalmente, el puente de Rascafría sobre el Lozoya, tributario del Jarama aguas abajo del embalse del Atazar, se construye en 1931 en el periodo republicano y es proyecto y obra del ingeniero de la propia diputación madrileña José Yáñez Arroyo. La reforma y ensanche de la conocida "Carretera de las Cumbres" que unía los núcleos de Rascafría con Miraflores de la Sierra a través del puerto de La Morcuera es proyecto de Yáñez, aunque apenas se construyeron unos kilómetros. Pero quedó el puente de hierro que ahora todos podemos contemplar.

Se trata de un puente de tamaño mediano en celosía inferior de una sección con tablero recto de 29 metros de largo con calzada de 4,70 metros y viales peatonales estrechos de 65 y 53 centímetros, aunque es probable que uno de ellos esté invadido por el asfalto, dando así medidas homogéneas y un total de ancho de 6 metros. Dado que el nicho del cauce y aledaños es de una profunda capa de aluvión poco rígida, se prescindió de ubicar una pila central, por lo que dispone de un único vano que proporciona algo más de 28 metros de luz apoyándose en dos fuertes estribos de hormigón. La estructura de la celosía se compone de 3 vigas mixtas en las que predominan bastidores del tipo Pratt en ambos extremos (cinco a cada lado) y dos centrales en Cruz de San Andrés. En cara inferior del tablero se asientan chapas de acero dulce de 1x1 metros, cóncavas y con 4 nervios (conocidas como bóveda en rincón de claustro) debidamente cosidas con remaches a los perfiles contiguos y que constituyen la base de una cubierta de hormigón con emparrillado de ferralla como solera de la calzada; sobre ella, actualmente, una capa y algún recrecido de asfalto común y a ambos lados viales de chapa de hierro estriado, en lamentable estado de oxidación, en voladizo y soportadas por ménsulas compuestas de angulares dobles remachados en el cordón superior de la celosía. Actualmente en uso pues pertenece a la carretera autonómica M-611. ▮

Revista del Ministerio de

Fomento

VIADUCTOS SINGULARES DEL SIGLO XXI (FERROCARRIL)

MONOGRÁFICO
Julio-Agosto 2014

PVP: 3 €

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

SOLICITE SU EJEMPLAR EN TELF. : 91 597 53 85 / 53 91
Por fax: 91 597 85 84 (24 horas)
Por correo electrónico: cpublic@fomento.es

ferrovial agroman

Crecimiento basado en la Innovación

Ferrovial Agroman apuesta por la innovación y el desarrollo, así como por la aplicación de nuevas tecnologías en todos los ámbitos de su actividad de diseño, construcción y mantenimiento de infraestructuras.

Con más de 80 años de experiencia y más de 50 años de actividad en 50 países de 5 continentes distintos y más de 650 proyectos realizados con éxito, Ferrovial Agroman es pionera en el proceso de internacionalización de su actividad y referente en la aplicación de las técnicas más avanzadas en la ejecución de sus obras.

ferrovial agroman

Centro virtual de publicaciones del Ministerio de Fomento:
www.fomento.gob.es

Catálogo de publicaciones de la Administración General del Estado:
http://publicacionesoficiales.boe.es

Título de la obra: Revista del Ministerio de Fomento nº 654, octubre 2015

Autor: Ministerio de Fomento, Secretaría General Técnica, Centro de Publicaciones

Año de edición: 2015

Características Edición:
1ª edición electrónica: diciembre 2015
Adobe Acrobat:
Formato: PDF
Tamaño: 9 MB

Edita:
© Ministerio de Fomento
Secretaría General Técnica
Centro de Publicaciones

NIPO: 161-15-006-6

I.S.S.N.: 1577-4929
P.V.P. (IVA Incluido): 1,50€

Aviso Legal: Todos los derechos reservados.Esta publicación no podrá ser reproducida ni en todo, ni en parte, ni transmitida por sistema de recuperación de información en ninguna forma ni en ningún medio, sea mecánico, fotoquímico, electrónico o cualquier otro.

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO
SECRETARÍA GENERAL TÉCNICA
CENTRO DE PUBLICACIONES

Revista del Ministerio de

Fomento

Noviembre 2015 Nº 655 3€

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

Palencia y León conectadas a la red de Alta Velocidad

Puente de la constitución de 1812 en Cádiz

Finalizada la autovía del Mediterráneo A-7 en Granada

Carlos Sanchidrián, Premio Nacional de Ingeniería 2015

GINPROSA

c/ José Echegaray, 18. Parque Empresarial. Las Rozas (28232 - Madrid)
Tel: 91.799.49.00 • Fax: 91.799.49.10 • ginprosa@ginprosa.es

Contenido

Director de la Revista: Antonio Recuero.

Jefe de Redacción: Mariano Serrano.
Maquetación: Aurelio García.
Secretaria de redacción: Ana Herráiz.
Archivo fotográfico: Vera Nosti.
Portada: Carlos Manterola Jara (www.infotografia.es).
Elaboración página web: www.fomento.gob.es/publicaciones. Concepción Tejedor.
Suscripciones: 91 597 72 61 (Esmeralda Rojo Mateos).
Colaboran en este número:, Pepa Martín, Javier R. Ventosa, Julia Sola Landero y Beatriz Terribas.
Comité de redacción: Presidencia: Mario Garcés Sanagustín *(Subsecretario de Fomento).*
Vicepresidencia: Eugenio López Álvarez *(Secretario General Técnico).*
Vocales:, *Luis Izquierdo Labella (Director de Comunicación),* Pilar Garrido Sánchez *(Directora del Gabinete de la Secretaría de Estado de Infraestructuras, Transporte y Vivienda),* Eloísa Contín Trillo-Figueroa *(Jefa del Gabinete del Subsecretario),* Mónica Marín Díaz *(Directora del Gabinete Técnico de la Secretaría General de Infraestructuras),* Mª José Rallo del Olmo *(Jefa del Gabinete Técnico de la Secretaría General de Transportes),* Pedro Guillén Marina *(Director del Centro de Publicaciones)* y Antonio Recuero *(Director de la Revista).*
Dirección: Nuevos Ministerios. Paseo de la Castellana, 67. 28071 Madrid.
Teléf.: 915 978 084. Fax: 915 978 470.
Redacción: Teléf.: 915 977 264 / 65.
E-mail: cpublic@fomento.es
Impresión y publicidad: Comunicación y Diseño.
C/ O'Donnell, 18, 5º H 28009 Madrid.
Teléf.: 91 432 43 18. Fax 91 432 43 19.
E-mail: revistafomento@cydiseno.com
www.cydiseno.com
Dep. Legal: M-666-1958. ISSN: 1577-4589.
NIPO: 161-15-005-0

Edita:
Centro de Publicaciones.
Secretaría General Técnica
MINISTERIO DE FOMENTO

Esta publicación no se hace necesariamente solidaria con las opiniones expresadas en las colaboraciones firmadas

Esta revista se imprime en papel con un 60% de fibra reciclada postconsumo y un 40% de fibras vírgenes FSC.

FERROCARRIL

02

Rumbo norte.

Nuevo tramo de alta velocidad Valladolid-Venta de Baños-Palencia-León.

CARRETERAS

12

De talla mundial.

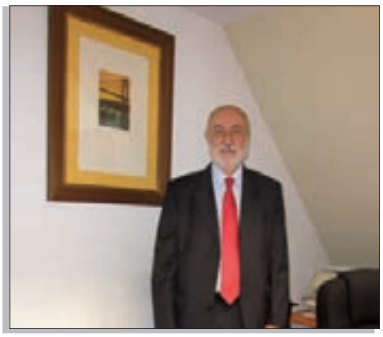
En servicio el puente de la Constitución de 1812 en Cádiz.

CARRETERAS

22

Cierre de itinerario.

Culminada la autovía del Mediterráneo (A-7) en la provincia de Granada.



INGENIERÍA

30

La perseverancia en el oficio.

Carlos Sanchidrián, Premio Nacional de Ingeniería Civil 2015.

36. El tren del progreso.
150 años del ferrocarril Tarragona-Martorell.

40. Horizontes de grandeza.
Haciendas coloniales, un rico patrimonio entre la autosuficiencia y la desmesura.

50. La otra isla del tesoro.
La isla de Tabarca, fortaleza ilustrada y reserva marina.

57. Todo en uno.
El billete único combinado de tren y avión permite enlazar 80 destinos internacionales con capitales españolas.

El Corredor de Alta Velocidad Norte-Noroeste ha dado un paso determinante hacia su configuración final tras la entrada en servicio, el pasado 30 de septiembre, del tramo intermedio Valladolid-Venta de Baños-Palencia-León, que da continuidad hacia el norte a la línea Madrid-Segovia-Valladolid. La nueva infraestructura, según declaró en León el presidente del Gobierno, Mariano Rajoy, tras el viaje inaugural de la línea, "representa un nuevo vector para el desarrollo y el empleo, garantiza el derecho a la movilidad de las personas, cohesiona nuestro país y redunda en una igualdad de oportunidades".

Su activación mejora la vertebración socioeconómica de Castilla y León, conectando dos nuevas ciudades a la red AVE (ya son 32), con una importante rebaja de los tiempos de recorrido con Madrid: León queda ahora a un mejor tiempo de 2 horas y 6 minutos, con un ahorro de 44 minutos; y Palencia, a 1 hora y 23 minutos, con una rebaja de 21 minutos. Estos tiempos se reducirán aún más en el futuro. Paralelamente, la nueva línea incrementa la capacidad y regularidad de las circulaciones, además de mejorar la seguridad mediante tecnologías punta en la regulación del tráfico y la ausencia de pasos a nivel.

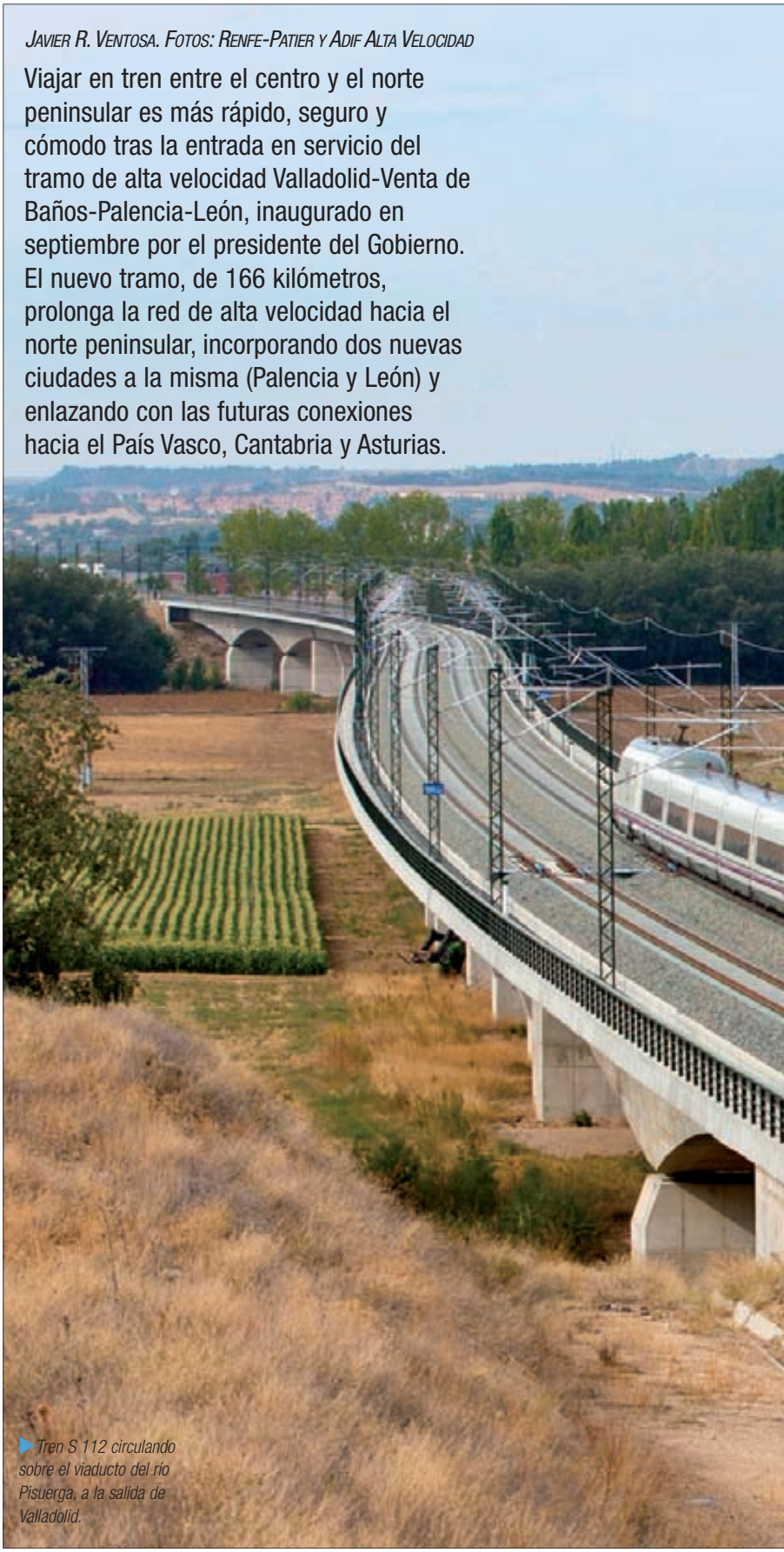
El tramo ejerce en su parte inicial como tronco del Corredor Norte-Noroeste en Castilla y León, aunque a partir de Venta de Baños se proyecta en forma arborescente hacia la cornisa cantábrica, conectando en tres ciudades del trazado con las líneas hacia el País Vasco, Cantabria y Asturias que completarán el corredor: en Venta de Baños, con el tramo de alta velocidad Venta de Baños-Burgos-Vitoria, que enlazará con la Y vasca; en Palencia, con la línea modernizada Palencia-Santander; y en León, con el tramo León-La Robla y la Variante de Pajares, que conectará con la red asturiana. Las ganancias de tiempo a León y Palencia se han trasladado también a las tres comunidades cantábricas y lo harán aún más cuando estas tres infraestructuras estén finalizadas.

Inversión

El Ministerio de Fomento ha invertido 1.620 M€ en el nuevo tramo, que beneficia a un público potencial de 11 millones de personas de cinco comunidades autónomas. Como parte integrante del Corredor Atlántico de la Red Transeuropea de Transporte (RTE-T), esta obra ha recibido 122 M€ de fondos comunitarios en el periodo 2007-2013 y aspira a recibir nuevos fondos en el periodo 2014-2020 a través del mecanismo financiero Conectar Europa (CEF). Paralelamente, el Departamento continúa destinando importantes partidas (más de 1.000 M€ previstos en el presupuesto estatal de 2016) para modernizar las líneas con destino al País Vasco, Cantabria y Asturias.

Javier R. Ventosa. Fotos: Renfe-Patier y Adif Alta Velocidad

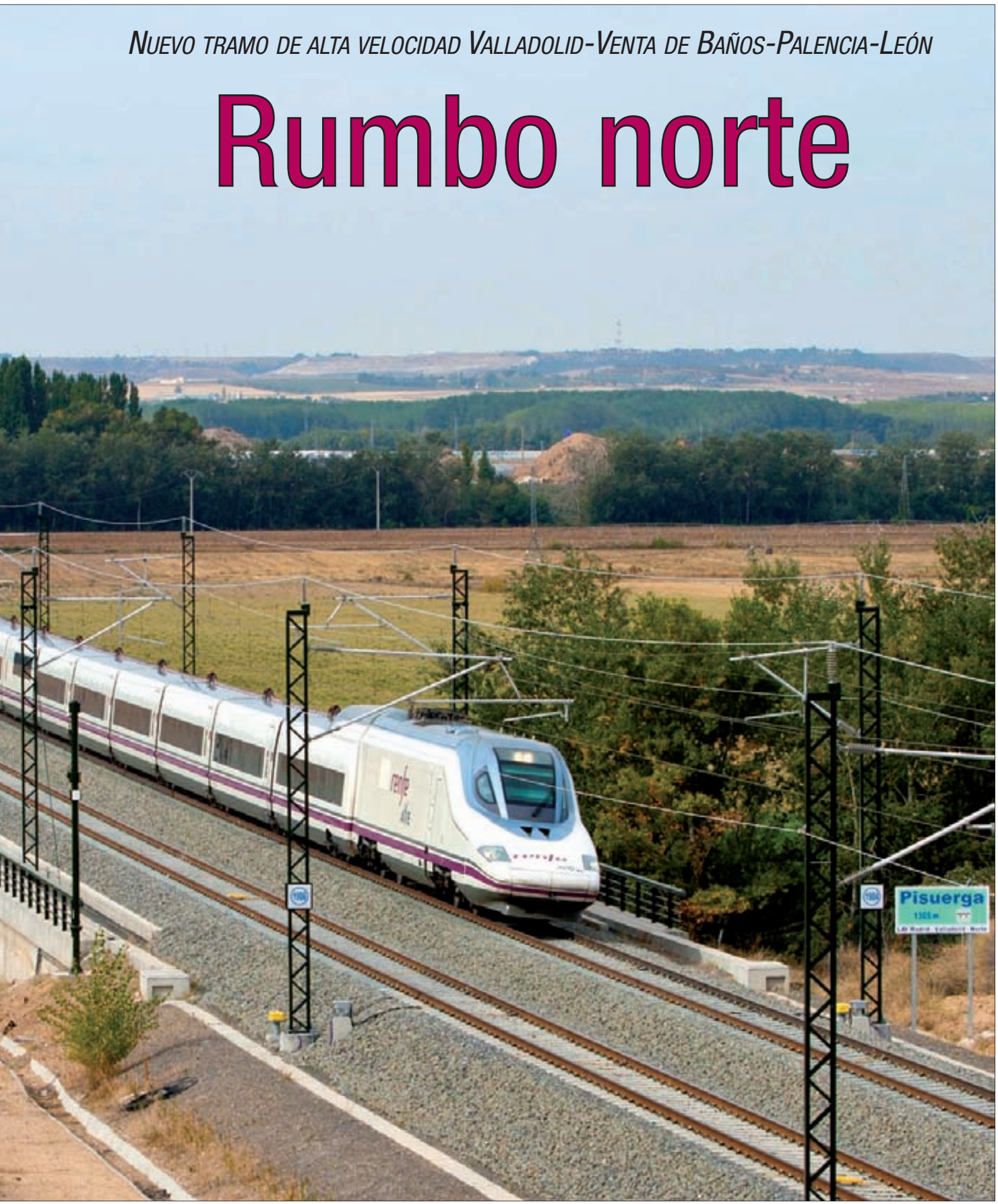
Viajar en tren entre el centro y el norte peninsular es más rápido, seguro y cómodo tras la entrada en servicio del tramo de alta velocidad Valladolid-Venta de Baños-Palencia-León, inaugurado en septiembre por el presidente del Gobierno. El nuevo tramo, de 166 kilómetros, prolonga la red de alta velocidad hacia el norte peninsular, incorporando dos nuevas ciudades a la misma (Palencia y León) y enlazando con las futuras conexiones hacia el País Vasco, Cantabria y Asturias.



Tren S 112 circulando sobre el viaducto del río Pisuerga, a la salida de Valladolid.

Nuevo tramo de alta velocidad Valladolid-Venta de Baños-Palencia-León

Rumbo norte



▶ *Tren S 112 estacionado en la estación de Palencia.*

El nuevo trazado, que discurre en parte junto a la línea convencional, ha sido culminado por Adif Alta Velocidad en siete años. Sobre la nueva plataforma ferroviaria, de 14 metros de anchura, se han montado las vías de ancho UIC (1.435 mm), así como un sistema de electrificación de 2x25 kV 50 Hz en corriente alterna, sistemas de control de tráfico ASFA y ERTMS y sistema de telecomunicaciones móviles GSM-R, entre otros. Está diseñado para soportar tráfico de viajeros, con una velocidad de proyecto de 350 km/h. El tramo fue testado durante el verano por trenes laboratorio de Adif y comerciales de Renfe, que realizaron más de 5.000 kilómetros de pruebas, y su explotación la llevan a cabo trenes AVE (S 112), Alvia (S 130) y Avant (S 114 y S 121), conducidos por una plantilla de unos 250 maquinistas.

.\ El trazado

El tramo Valladolid-Venta de Baños-Palencia-León no tiene un trazado tan condicionado por la abrupta orografía del terreno como otras líneas del Corredor Norte-Noroeste. Se desarrolla a lo largo de 166 kilómetros por las provincias de Valladolid, Palencia y León, a través de terrenos eminentemente llanos de la Submeseta Norte, entre las cotas 698 (Valladolid) y 837 (León). Atraviesa cuatro núcleos urbanos (Valladolid, Venta de Baños, Palencia y León) y tiene en el nudo de Venta de Baños una estratégica encrucijada que permite todas las circulaciones directas posibles entre Valladolid, Palencia y Burgos. Ríos, carreteras y vías férreas son los mayores obstáculos que ha encontrado el nuevo trazado, que se salvan mediante 38 viaductos (suman 7.473 m), 11 pérgolas (1.784 m) y dos túneles (2.500 m).

El trazado conecta en su parte inicial con el tramo de integración del ferrocarril en Valladolid (Nudo Norte), salva la ronda VA-30 y discurre en dirección noreste por el corredor del río Pisuerga, al este del mismo. Tras cruzar el cauce fluvial mediante el viaducto más largo del recorrido, asciende al páramo de Bárcena, que salva en túnel. Ya en la provincia de Palencia, cruza de nuevo el Pisuerga antes de alcanzar Venta de Baños, superada la cual se sitúa el triángulo ferroviario que conforma el nudo de Venta de Baños, el más importante distribuidor de tráfico del norte peninsular, que permite el acceso desde ese tramo tanto a Palencia como a Burgos. De este triángulo, el ramal Valladolid-Palencia es el más largo (7,7 km) y complejo (salva consecutivamente la línea férrea Madrid-Hendaya, la carretera N-620, el canal de Alfonso XII y la autovía A-62 mediante varias estructuras) de los tres. Los otros dos ramales son el Burgos-Valladolid (4,6 km) y el Palencia-Burgos (3,3 km).

La nueva línea ha incorporado a León y Palencia a la red de ciudades AVE.

Superado el nudo, y tras salvar la autovía A-67, el trazado gira al noroeste e ingresa en la ciudad de Palencia en superficie por el pasillo ferroviario existente. Tras el recorrido urbano, abandona la capital palentina en dirección noroeste, siguiendo el corredor de la CL-613 y la línea convencional, a través de terrenos llanos de Tierra de Campos, discurriendo junto a Grijota, Becerril de Campos, Paredes de Nava y Villada, y salvando a su paso carreteras, canales y cauces fluviales. Ya en la provincia de León, el trazado salva el río Cea y la carretera N-120, situándose junto a la autovía A-231, a la que salva en tres ocasiones, y cruza la N-601 y el río Esla, enfilando en dirección norte, para situarse junto a la LE-11, hasta llegar a León, también en superficie, por el pasillo ferroviario existente.

La infraestructura

Para su construcción, Adif Alta Velocidad segmentó la plataforma del tramo en 18 subtramos. La primera parte del trazado, entre Valladolid y Venta de Baños, incluye la parte urbana de Valladolid y los subtramos Nudo Norte-Cabezón de Pisuerga, Cabezón de Pisuerga-San Martín de Valvení, San Martín de Valvení-Nudo de Venta de Baños y Nudo de Venta de Baños-conexión Valladolid-Palencia-León. La segunda parte la integran los subtramos Grijota-Becerril de Campos, Becerril-Valle del Retortillo, Valle del Retortillo-Pozo de Urama, Pozo de Urama-Río Cea, Río Cea-Bercianos, Bercianos-Santas Martas, Santas Martas-N/601, N/601-Palanquinos, Palanquinos-Onzonilla y Onzonilla-Estación de León. Una veintena de constructoras, con el apoyo de una docena de ingenierías, han desarrollado la obra de plataforma, que arrancó en 2008 en León.

En el recorrido se han construido como principales estructuras 38 viaductos, entre los que destacan el primero que salva el Pisuerga a la salida de Valladolid (1.366 m), que cruza dos veces sobre el río debido a los meandros que describe el cauce, lo que ha determinado una estructura dividida en tres partes: los dos saltos sobre el río, resueltos con estructuras hiperestáticas, y la parte central, mediante una estructura isostática de vigas prefabricadas. Otras estructuras notables, ambas en Palencia, son sendos viaductos sobre el río Pisuerga (1.128 m y 610 m) en el nudo de Venta de Baños; en León destacan también los viaductos sobre el río Esla (660 m y 13 vanos) y de Torneros (581 m y 17 vanos). También se han construido 11 pérgolas para salvar carreteras y vías férreas, entre ellas la que cruza la VA-30 y la pérgola de Torneros (606 m, ejecutada sobre la red convencional y las instalaciones del futuro complejo logístico de Torneros, con un gran ángulo de esviaje).

Conexiones con el Cantábrico

El nuevo tramo mejora las conexiones centro-norte peninsular, ya que de ese tronco parten las tres líneas con destino a las principales ciudades de la cornisa cantábrica (Bilbao, San Sebastián, Vitoria, Santander, Oviedo y Gijón). Los tres tramos que prolongan esta infraestructura hacia el litoral están en desarrollo. Son los siguientes:

León-Asturias. *En el tramo principal, la Variante de Pajares (50 km), la obra civil de los 12 túneles está terminada y ahora se ultima la instalación de la superestructura en uno de los dos grandes tubos, con el que se estrenará la primera fase de la variante. En el tramo anterior, León-La Robla (21 km), se ultima el proyecto de obra, y el tramo posterior, la red asturiana, es objeto de estudio informativo. Al término de las actuaciones, el viaje entre Madrid y Asturias se reducirá en 1 hora 25 minutos.*

Venta de Baños-Burgos. *En unión del recorrido Valladolid-Venta de Baños, este tramo de 112 km forma parte del trayecto de alta velocidad Valladolid-Burgos-Vitoria, antesala de la Y vasca. Con un grado de ejecución muy elevado, entrará en servicio en los próximos meses. En Burgos se cambiará el ancho de vía de la variante y se construirá un cambiador de ancho para trenes con origen o destino al País Vasco. Cuando entre en servicio, el viaje Burgos-Madrid se hará en 1 hora 41 minutos (ahorro de 30 minutos), reducción que se trasladará a los trayectos a Euskadi.*

Palencia-Santander. *En esta línea convencional de 217 km, Adif desarrolla desde 2013 un plan de renovación integral de vía, catenaria e instalaciones de seguridad de la línea existente, por importe de casi 200 M€, destinado a aumentar la velocidad de los trenes hasta 160 km/h y mejorar la seguridad y regularidad de los servicios. Cuando concluyan los trabajos, y junto a la aportación del tramo Valladolid-Venta de Baños-Palencia, el viaje Madrid-Santander se situará en el entorno de 3 horas 30 minutos.*

Tramo de vía doble junto a la base de mantenimiento de Villada (Palencia).

En obras subterráneas, el trazado incluye dos túneles. El de Peña Rayada, en el subtramo Cabezón de Pisuerga-San Martín de Valvení, es el más largo (1.998 m). Formado por un único tubo de 85 m^2 de sección libre, está diseñado para albergar doble vía de alta velocidad e incluye una galería intermedia de 300 metros para tareas de mantenimiento y evacuación. Se construyó mediante el nuevo método austriaco. La segunda obra subterránea es el túnel artificial de Villamuriel de Cerrato, en el nudo de Venta de Baños, de 500 metros de longitud y 9,9 de altura.

En el capítulo medioambiental, el Ministerio de Fomento ha destinado 8,3 M€ a la instalación de pantallas acústicas sobre la plataforma, las estructuras existentes o al borde de las explanaciones ya realizadas, con objeto de satisfacer los requerimientos acústicos especificados en las distintas Declaraciones de Impacto Ambiental (DIA). La instalación ha sido obra de las empresas Ogensa, Telice, Gévora, OPR y Sondeos, Inyecciones y Trabajos Especiales.

La superestructura

La instalación de la superestructura (vía, electrificación, señalización y comunicaciones) se ha desarrollado desde principios de 2014 sobre la plataforma ya completada. Para ello, Adif Alta Velocidad adjudicó previamente contratos por cerca de 100 M€ relativos a la fabricación, suministro y transporte del material necesario para la primera fase, el montaje de vía. Entre ellos figuran los correspondientes a balasto (1,025 millones de toneladas, por 26 M€), traviesa monobloque

▶ *Los trenes S 112 AVE y S 121 Avant son dos de los modelos que circulan por la nueva línea.*

Actuaciones urbanas

El nuevo tramo discurre en superficie por cuatro núcleos urbanos que han sido objeto de distintas obras de integración ferroviaria de alta velocidad, entre ellas las siguientes:

Valladolid. *La Red Arterial Ferroviaria de la ciudad está en desarrollo desde hace años. Tras el soterramiento inicial de la línea en Pinar de Antequera, actualmente se construye una variante exterior de mercancías y se ultima en el páramo de San Isidro un nuevo complejo ferroviario que albergará la Base Integral de Mantenimiento de Renfe. De cara a la conexión con León, se ha duplicado la vía UIC e instalado la superestructura en el tramo Río Duero-Campo Grande (11,5 km) y se ha adecuado y equipado una plataforma de alta velocidad entre Campo Grande y el Nudo Norte (8,5 km), incluido un puesto de adelantamiento de trenes en Tres Hermanos. En noviembre, la Sociedad Valladolid Alta Velocidad analizará las alternativas al proyecto de soterramiento de la línea a su paso por la ciudad.*

Venta de Baños. *El recinto ferroviario se ha reordenado mediante el desplazamiento hacia el oeste del haz de vías para dejar espacio, en el lado del edificio de viajeros, a la plataforma de alta velocidad. Las actuaciones en la estación han incluido la mejora de la accesibilidad entre andenes, con nuevos ascensores. En la primera fase de explotación los AVE no hacen parada comercial en esta estación.*

Palencia. *Las actuaciones, desarrolladas en un pasillo de 10,1 km, han comprendido la adaptación de la infraestructura existente (dos vías de ancho ibérico) a una situación final formada por una vía de ancho UIC y una vía convencional, que se convierten en dos de cada tipo en la estación, además de la electrificación y señalización. En la estación se han renovado los dos andenes y se ha mejorado la accesibilidad mediante dos ascensores y una pasarela para comunicarlos.*

León. *La llegada de la alta velocidad ha supuesto la adaptación (plataforma y superestructura) de la doble vía convencional desde Onzonilla hasta la estación inaugurada en 2011, equipada con tres andenes, cuatro vías (dos de ancho UIC) y dos nuevas vías de apartado. En el marco de la integración del ferrocarril en la ciudad, la ingeniería pública Ineco ha desarrollado una solución que permitirá cambiar la configuración de la estación de fondo de saco a pasante.*

de hormigón (más de 400.000 unidades, por 30,7 M€) y carril tipo 60 E1 (30.600 toneladas en barras de 90 metros, por 23,6 M€), así como desvíos ferroviarios (15,3 M€ en la fase I).

> Las ganancias de tiempo obtenidas con el nuevo tramo se han trasladado también a las líneas a Asturias, Cantabria y País Vasco

El montaje de vía, adjudicado en mayo de 2014 a tres empresas (Ferrovial Agromán, Tecsa y Vías y Construcciones) por 19,2 M€, se dividió en tres contratos para los tramos Valladolid-Palencia (38 km), Palencia-Villada (44 km) y Villada-León (67 km), y se ha llevado a cabo desde la base de montaje de Villada (Palencia), ahora destinada a labores de mantenimiento. En esta primera fase se ha alternado en el trazado el montaje de vía doble y vía única, solución que ha permitido anticipar la llegada de la alta velocidad a León con garantías de capacidad y fiabilidad para atender la explotación del tramo, estando previsto completar el trazado viario en una segunda fase.

En el apartado de electrificación, el tramo está equipado con catenaria de tipo C-350, electrificada a 25.000 voltios de corriente alterna (2x25 kV y 50 Hz), apta para

▶ *Vista de la vía a su paso bajo una pérgola desde la cabina de un tren S 130.*

velocidades de 350 km/h. Su instalación ha sido realizada por la unión de empresas Sitave (Siemens y Telice), por 25,05 M€, que, además de la línea aérea de contacto, ha instalado la calefacción de agujas, el alumbrado de túneles y las acometidas de energía desde la catenaria a edificios técnicos y casetas de comunicaciones. Como parte del contrato se han electrificado puntos singulares como puestos de banalización, bifurcaciones, el túnel de Peña Rayada y las estaciones de Palencia y León. En otro contrato aparte, adjudicado por 22,6 M€, la misma UTE ha construido tres subestaciones eléctricas de tracción (Dueñas, Becerril y Luengos) que transforman la tensión de los 220 o 400 kV suministrados por Red Eléctrica Española a los 2x25 kV necesarios para la catenaria, así como los centros de autotransformación asociados y el telemando de energía.

Por último, a lo largo del trazado se han desplegado las distintas tecnologías de control de tráfico, telecomunicaciones, protección y seguridad que garantizan la circulación del AVE, una fase que cronológicamente ha sido la última en desarrollarse. Se trata de un conjunto de actuaciones incluidas en un contrato adjudicado en marzo de 2014 a un consorcio de tres empresas (Alstom Transporte, Bombardier European Investments e Indra Sistemas) por importe de 410,4 M€ (181,6 M€ para la obra y 228,8 M€ para el mantenimiento de las

Comparativa de tiempos de viaje

Relación	Tiempo de viaje anterior	Tiempo de viaje nuevo	Ahorro de tiempo
Madrid-León	2h 50’	2h 06’	44’
Madrid-Palencia	1h 44’	1h 23’	21’
Madrid-Santander	4h 15’	3h 53’	22’
Madrid-Oviedo	4h 32’	4h 02’	30’
Madrid-Gijón	5h 04’	4h 32’	32’
Madrid-Ponferrada	4h 36’	4h 03’	33’
Valladolid-Palencia	34’	27’	7’
Valladolid-León	1h 39’	1h 10’	29’
Palencia-León	1h 03’	0h 43’	20’

Los trenes S 130 continúan viaje desde León hasta el Principado de Asturias.

Frecuencias y precios

Servicios. *Renfe ha establecido para la nueva línea una oferta ajustada a las necesidades de movilidad de los viajeros. Como novedad, los AVE que finalizaban su recorrido en Valladolid prolongan viaje hasta Palencia y León. Hay siete servicios AVE diarios por sentido para el trayecto Madrid-León y 10 para la relación Madrid-Palencia. Asturias tiene cuatro servicios diarios por sentido, Cantabria tres y Ponferrada pasa de dos a tres servicios. Segovia y Valladolid también ganan cuatro servicios diarios con Madrid (de 20 a 24).*

Precios. *La nueva línea se estrenó con una campaña promocional de precios reducidos para los billetes de las relaciones Madrid-León (20 €), Madrid-Palencia (15 €), León-Palencia (5 €), Madrid-Asturias (25 €) y Madrid-Cantabria (25 €). A partir del 15 de octubre se fijaron las tarifas definitivas.*

Objetivo. *La relación Madrid-León del servicio Alvia captaba hasta ahora algo más de 300.000 viajeros/año. Renfe confía en alcanzar hasta 500.000 viajeros más con la nueva línea de alta velocidad.*

instalaciones durante 20 años), que comprende no solo el tramo Valladolid-Palencia-León, sino también el Venta de Baños-Burgos.

Como parte de ese contrato, uno de los hitos tecnológicos es el despliegue del ERTMS nivel 2 como sistema principal de protección del tren, ya que se trata de la segunda vez que se instala en España sin pasar previamente por el nivel 1, después del tramo de alta velocidad Albacete-Alicante. No obstante, en los primeros meses los trenes funcionan con el sistema ASFA también instalado, como es habitual en las líneas de alta velocidad durante la primera fase de los servicios; cuando se compruebe la perfecta interrelación entre los equipos desplegados en la infraestructura y los instalados a bordo en los trenes, se homologará el sistema y se pasará a circular bajo la supervisión del ERTMS, lo que reducirá aún más los tiempos de viaje.

Además del sistema de control de tráfico, a lo largo del trazado se han instalado otros sistemas propios de una línea de alta velocidad, como enclavamientos electrónicos en Bifurcación Cerrato, Villada y León; sistemas de detección del tren (circuitos de vía de audiofrecuencia y contadores de ejes); telecomunicaciones fijas y móviles GSM-R; CTC para el telemando del tramo Valladolid-León; instalaciones de suministro de energía que alimentan los equipos de señalización y telecomunicaciones; y sistemas auxiliares de detección (cajas calientes, viento lateral y caída de objetos).

.\ Cambiadores de ancho

En el entorno de la estación de León se han construido dos cambiadores de ancho de tipología TCRS3, aptos tanto para trenes con tecnología de cambio de ancho Talgo como de CAF. Estos cambiadores, contratados en abril de 2014 a la empresa Coalvi por 8,5 M€, permiten la conexión del tramo de alta velocidad Valladolid-León con las líneas convencionales Palencia-A Coruña y León-Gijón, posibilitando todos los itinerarios posibles de trenes entre cuatro destinos: Madrid (vía Palencia), Galicia (vía Astorga), Asturias (vía La Robla) y la propia estación de León.

Cada uno de ellos apunta en un sentido diferente. El correspondiente a la banda hacia Madrid, situado entre la estación de Torneros y el *by-pass* sur de León, a unos 6 km de la estación de León, presenta vías de ancho estándar en el lado sur y ancho ibérico en el lado norte; el segundo enclavado cerca de la estación de León-Clasificación, cerca de un kilómetro al sur de la estación de León, tiene la funcionalidad a la inversa: ancho ibérico en el lado sur y ancho estándar en el lado norte.

En Villamuriel, al sur de Palencia, está en servicio desde 2012 otro cambiador de anchos que permite las circulaciones de la línea AVE con la línea Palencia-Santander. ▮

Al servicio de las mejores infraestructuras ferroviarias

- Alta Velocidad
- Líneas convencionales
- Metros y tranvías
- Renovación de vía
- Estaciones
- Centros de mantenimiento
- Túneles y puentes
- Electrificación ferroviaria

COMSA

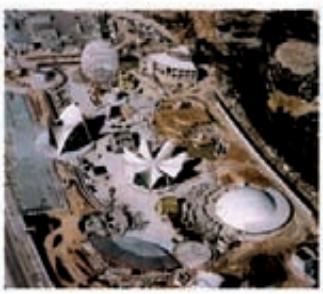
Cada proyecto,
nuestro compromiso

www.comsaemte.com

Argentina | Brasil | Colombia | Ecuador | España | Francia | Letonia | Lituania | México | Perú | Polonia | Portugal | Rumanía | Suecia | Suiza | Turquía

---

LRA
INFRASTRUCTURES
CONSULTING



ESTRUCTURAS
CONSULTURÍA
PROYECTOS
CONTROL Y DIRECCIÓN DE OBRAS
TECNOLOGÍA Y SISTEMAS

CARRETERAS
FERROCARRILES
PUERTOS
APARCAMIENTOS
ESTACIONES DE SERVICIO
URBANISMO
OBRAS HIDRAÚLICAS

LRA INFRASTRUCTURES CONSULTING,S.L
Avda. de Concha Espina, 65 - 28016 MADRID
Tel: 91 563 01 19
Email: oc@lraingenieria.es
www.lraingenieria.es

Desde la Innovación a la Instalación

Bombardier INTERFLO para ERTMS

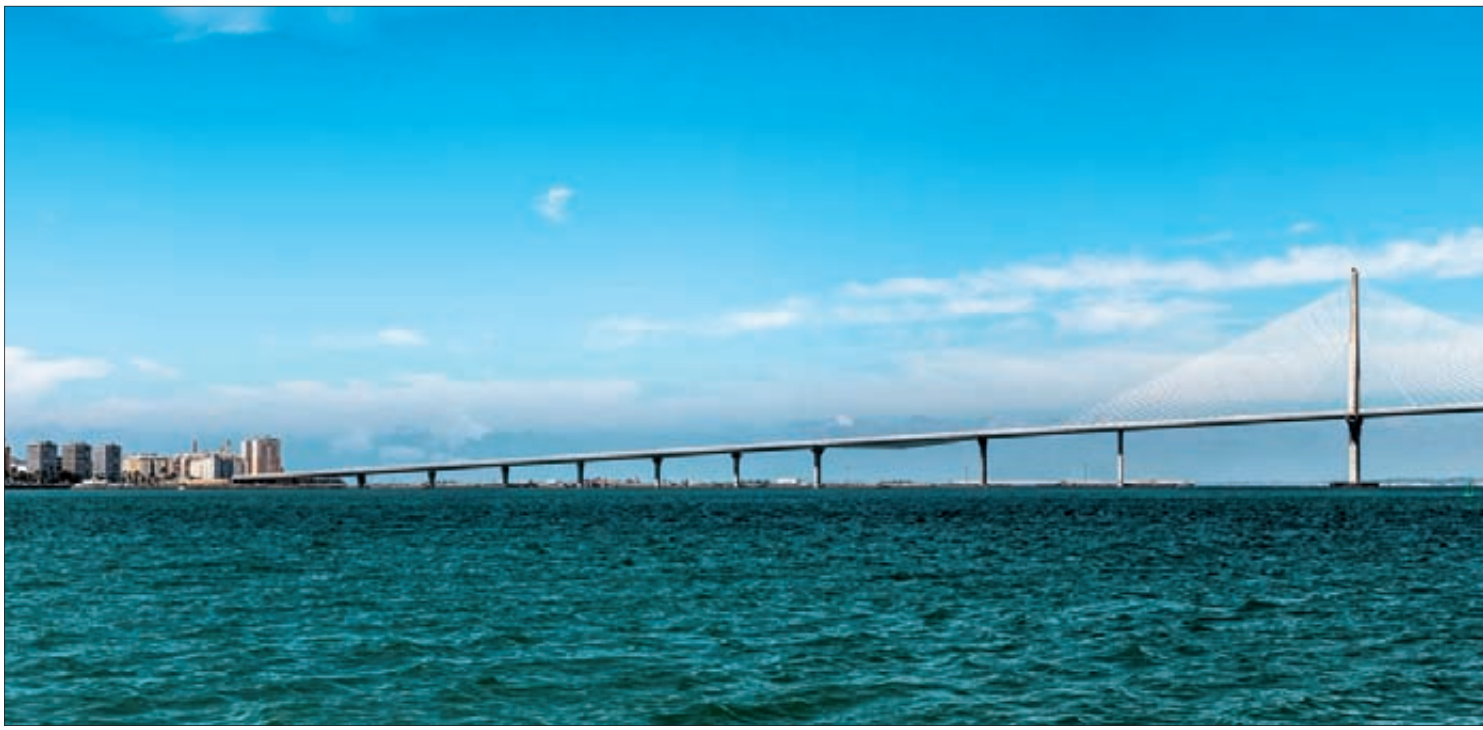
Todo un mundo de experiencia en cada proyecto

Bombardier ha sido pionero en desarrollar los niveles 1, 2 y Regional del ERMTS, como ha quedado demostrado en más de 20 proyectos en todo el mundo. Nuestros equipos de vía y embarcados se han implementado en más de 18.000km de vía y 2.500 vehículos.

Los sistemas de Bombardier se adaptan con facilidad a los equipos ya existentes y ofrecen una mayor seguridad, interoperabilidad, alta velocidad, reduciendo la infraestructura en vía.

www.transportation.bombardier.com

BOMBARDIER



En servicio el puente de la Constitución de 1812 en Cádiz

De talla mundial

▶ *Vista frontal del puente desde la bahía (arriba) y detalle del tablero y de las torres de atirantamiento.*

Javier R. Ventosa. Fotos: DCE Andalucía Occidental y Carlos Manterola Jara (www.infotografia.es)

Cádiz estrenó el pasado 24 de septiembre el tercer acceso a la ciudad, infraestructura destinada a mejorar la movilidad en el área metropolitana que sobrevuela la bahía gaditana mediante el puente de la Constitución de 1812. Esta colosal estructura de acero y hormigón, que bate varios récords nacionales y algunos internacionales, es el último gran exponente de la excelencia de la ingeniería en España.

El Ministerio de Fomento ha culminado el nuevo acceso a Cádiz, tramo de autovía de 5 kilómetros que comunica Puerto Real y la capital gaditana sobre las aguas de la bahía. Su objetivo es mejorar las comunicaciones del área metropolitana con el centro de la ciudad y permite la diversificación del tráfico de entrada al istmo, hasta ahora realizado por dos accesos: el puente José León de Carranza (CA-36, antigua N-433) y la autovía de San Fernando (CA-33). Durante años, el intenso tráfico ha ralentizado la entrada en ambos accesos y, al confluir en la avenida de Andalucía, ha congestionado además esta arteria que cruza el casco urbano hasta llegar a la ciudad vieja, con un elevado flujo de camiones en dirección al puerto, afectando a todo el viario gaditano.

El nuevo tramo enlaza la autovía CA-35, prolongación de la autopista AP-4 (Sevilla-Cádiz), en Puerto Real, con el barrio de la Paz, en la parte vieja de Cádiz y junto al puerto, mediante una gran estructura sobre la bahía, reforzando el acceso del puente Carranza y configurando una alternativa de alta capacidad directa y rápida. Su apertura ha tenido un impacto inmediato sobre el puente Carranza: en la primera semana en servicio, el flujo de tráfico por este acceso sobre la bahía, de unos 40.000 vehículos/día sumando los dos sentidos, disminuyó en un 44% en las entradas a la ciudad y en un 33% en las salidas. También ha beneficiado al acceso de San Fernando y a la avenida de Andalucía. Con el tiempo, cuando los conductores ajusten sus itinerarios, se espera consolidar este efecto y lograr un impacto favorable en la circulación de toda la ciudad.

El gran puente español

En el nuevo acceso, que discurre en un 80% en forma de puente o viaducto, sobresale como elemento principal el puente de la Constitución de 1812, conocido por los gaditanos como “el segundo puente”. Su colosal longitud (3.157 metros), sin precedentes en Espa-

El nuevo puente ha captado buena parte del tráfico que cruzaba la bahía sobre el puente Carranza.

ña, hace de esta estructura el mayor puente de carreteras del país y uno de los grandes de Europa; otras magnitudes, como la altura del gálibo (69 metros), la luz del vano principal (540 metros), la altura de las torres (180 metros) o el peso del tramo atirantado (60.000 toneladas), confirman la inmensidad de la obra. Su gran potencia visual, además, lo ha convertido en el nuevo icono de modernidad de la bahía de Cádiz, dotada ahora de una nueva imagen.

La construcción de esta estructura, una de las de mayor magnitud y complejidad que ha afrontado el Ministerio de Fomento, no tiene parangón en España. "Es una de las infraestructuras más espectaculares no solo de España, sino de toda Europa, una obra de talla mundial", declaró el presidente del Gobierno, Mariano Rajoy, durante el acto de inauguración. "Supone un hito para nuestra ingeniería, todo un referente para la obra civil", subrayó la ministra de Fomento, Ana Pastor.

El nuevo puente, efectivamente, es una de las obras cumbre de la ingeniería española, que en Cádiz ha mostrado al mundo su nivel y competencia en la construcción de estructuras de grandes dimensiones. Para ello ha conjugado en esta obra un alto grado de especialización en procedimientos, técnicas y medios –algunas de las estructuras ejecutadas son verdaderos prototipos– con un elevado nivel de coordinación de equipos. Todo ello, además, enmarcado en el respeto al entorno (se han destinado 6,6 M€ a actuaciones medioambientales), ya que la obra se ha desarrollado en un espacio protegido, el Parque Natural de la Bahía de Cádiz. Según los responsables de la obra, el *know how* y el prestigio adquiridos en esta singular actuación abre las puertas a las empresas españolas a proyectos similares en el extranjero.

El nuevo acceso ha sido proyectado por las consultoras Ginprosa Ingeniería y Carlos Fernández Casado, que también han ejercido la asistencia técnica, y la obra ha sido ejecutada por la UTE Puente de Cádiz (Dragados-

Magnitudes de obra

Movimiento de tierras y tratamiento del terreno	
Excavación	320.000 m^3
Terraplén	410.000 m^3
Columnas de grava	180.000 m
Drenes mecha	89.000 m
Estructuras	
Acero estructural	44.000 t
Acero para armar	30.000 t
Acero para pretensar	2.000 t
Acero en tirantes	2.300 t
Hormigón	200.000 m^3
Tablestacas metálicas	33.000 m^2
Pilotes de hormigón armado	39.000 m

Drace), bajo la dirección de la Demarcación de Carreteras del Estado de Andalucía Occidental del Ministerio de Fomento. Otras empresas han realizado las asistencias estructural (Apia XXI), industrial (Ayesa), de vigilancia ambiental (Ineco) y de seguridad y salud (Alvartis/GOC). El presupuesto final de obra del nuevo acceso, adjudicado en marzo de 2007, asciende a 427,56 M€, cantidad que sumada al coste de redacción del proyecto, al importe estimado de las expropiaciones y al de asistencias técnicas de apoyo a la obra arroja una inversión total de 454,5 M€.

Tramos del puente

El puente discurre tanto sobre la bahía de Cádiz como sobre el polígono industrial de La Cabezuela, en Puerto Real. Apoyado sobre 36 pilas (11 de ellas en el mar), divide su longitud en cuatro tramos conectados entre sí, con características diferentes de pilas, tablero, luces, altura y materiales, cada uno de los cuales ha implicado procesos constructivos diferentes y ritmo de ejecución propios. Algunos tramos han acompasado su ejecución a la de otros contiguos. Todos ellos comparten un tablero (36,3 metros en su parte más ancha y 35,2 metros en la más estrecha, con canto constante de 3 metros en toda su longitud salvo los últimos 500 metros, donde se reduce hasta 2 metros, y pendiente máxima del 5%) que aloja una calzada de autovía de cuatro carriles (dos por sentido) para el tráfico viario y una plataforma lateral para el transporte colectivo, con dos carriles reservados inicialmente para autobuses. Los rasgos de estos tramos, en el sentido Cádiz-Puerto Real, son los siguientes:

Tramo de acceso a Cádiz. El tramo más cercano a Cádiz fue el primero en iniciar la ejecución y también el primero en concluirla. Una vez levantadas las pilas, de tipo palmera, el montaje del tablero comenzó en septiembre de 2011 y terminó a finales de 2013, dan-

Vista parcial del tramo atirantado (arriba) y viaducto de acceso a Puerto Real, con pilas tipo pórtico.

Cuatro actuaciones imprescindibles

La funcionalidad del puente de la Constitución de 1812 sería nula sin el concurso de las actuaciones que completan el nuevo acceso, realizadas en sus dos extremos, una en Cádiz y tres contiguas en Puerto Real, y que son imprescindibles para conectarlo con la red viaria. Son las siguientes:

✔ ***Enlace de Cádiz.*** *La actuación, en el área urbana de Cádiz, ha consistido en la remodelación de una intersección existente para recibir el tráfico del puente en la ciudad. El resultado es una glorieta a nivel, apoyada en una glorieta satélite, con acceso preferente desde el puente hacia la avenida de las Cortes de Cádiz y que también distribuye el tráfico hacia las avenidas de la Bahía y de Huelva.*

✔ ***Enlace de la Cabezuela.*** *Tramo sobre terraplén contenido por muros de suelo reforzado, que comprende los ramales desprendidos del tronco. Este tramo, de 258 metros de longitud, conforma un enlace que distribuye los movimientos a/desde la zona industrial y residencial de los polígonos de La Cabezuela y Río San Pedro.*

✔ ***Viaducto de San Pedro.*** *Estructura mixta que parte de una alineación recta y presenta luego curva y contracurva. Con una longitud de 796 metros divididos en 18 vanos, presenta vías de enlace con la N-443 y la barriada del Río San Pedro.*

✔ ***Enlace de Río San Pedro.*** *Tramo final del nuevo acceso y conexión con la red viaria existente, para lo cual se han ejecutado dos viaductos (147 y 106 metros). La nueva configuración de viales encamina el tráfico de entrada a Cádiz bien hacia el puente Carranza por la CA-36 (antigua N-443) o bien hacia el nuevo puente por la CA-35; una rotonda inferior permite también todos los movimientos a la zona residencial e industrial de Río San Pedro y La Cabezuela, así como a Puerto Real y Trocadero.*

do paso a la fase de superestructura (impermeabilización, firme, pretiles, drenaje, juntas, señalización, etc.).

El tablero de ese tramo es una estructura mixta acero-hormigón, de 645 metros de longitud y 11.300 toneladas de peso (9.100 toneladas de estructura metálica y el resto de hormigón), con sección transversal de 3 metros de canto y ancho variable en los dos primeros vanos, de 36,7 y 33,2 metros. Repartida en ocho vanos, con luces tipo de 75 metros, arranca en un estribo cerrado al inicio del tramo, en el lado Cádiz, y se apoya en ocho pilas ubicadas dentro de la bahía (dos de ellas, la 1 y la 2, ejecutadas en una península), hasta alcanzar el tramo contiguo. La estructura se fabricó en taller y se dividió en partes para su transporte hasta la obra, donde se procedió a su montaje y soldadura de las dovelas.

Para su instalación se empleó el sistema de empuje desde tierra con torre de atirantamiento, salvo el primer vano, izado con grúa. Para ello se acondicionó un

▶ *Detalle de los tirantes anclados a una de las torres de atirantamiento (página opuesta) y vista nocturna del nuevo puente.*

parque de empuje en una península ganada al mar, donde se instaló el sistema de gatos hidráulicos –capaces de soportar una fuerza máxima de 1.000 toneladas– que proporcionan la fuerza motriz necesaria para deslizar el tablero que se ejecuta. Este sistema consiste en el avance de un segmento del tablero metálico sobre un vano, liberando el espacio ocupado, lo que permite soldar en tierra las dovelas del vano contiguo y proceder de nuevo a su empuje para configurar un nuevo vano, y así hasta nueve fases consecutivas desde el estribo 1. El proceso se monitorizó mediante control topográfico de precisión por medio de antenas GPS dispuestas en el tablero. Una vez finalizado el lanzamiento de todo el tramo se hormigonó por fases la losa superior del tablero, convirtiendo finalmente la sección metálica en mixta.

Tramo desmontable. Segundo tramo en concluir el tablero. En el proyecto original era un tramo basculante, pero se optó por esta tipología en respuesta a una petición de la empresa de construcciones navales Navantia para permitir el paso de buques del astillero de Puerto Real de más de 69 metros de altura, máximo existente bajo el tramo atirantado. No obstante, el desmontaje de este tramo, que implicaría el cierre del puente y el dragado de la zona, está previsto solo en situaciones excepcionales. Este vano tiene una luz libre en horizontal de 150 metros y sin limitaciones de gálibo vertical.

El tramo está formado por una única estructura metálica situada entre las pilas 9 y 10, de tipo palmera. Se trata de un tablero isostático de metal de 150 metros de longitud, 34 metros de anchura, 4.000 toneladas de peso y canto variable de 4-8 metros, una pieza fabricada en Puerto Real muy singular tanto por su geometría como por los medios para su colocación.

Su montaje ha constituido una de las fases críticas de la obra, debido al peso del tablero y a los fuertes vientos locales. Colocar esta estructura sobre las pilas ha requerido un complejo proceso que ha incluido maniobras muy especializadas para su transporte terrestre, embarque, transporte marítimo e izado a su emplazamiento definitivo, realizadas todas ellas por la empresa ALE, empresa de *heavylifting* puntera en nuestro país con más de 25 años de experiencia en el lanzamiento y maniobras de puentes. Para llevar a cabo el transporte,la empresa aportó plataformas SPTM que cargaban el tramo desmontable sobre una pontona de 100 metros de largo. Tras la navegación hasta su posición entre las pilas 9 y 10, el tramo desmontable fue izado e instalado mediante dos pórticos expresamente diseñados para maniobrar este tramo de 4.000 t de peso.

La ubicación de la estructura entre las pilas, completada el pasado 27 de enero, fue una operación de gran precisión, iniciada a principios de mes, y apoyada en un

sistema de diseñado con capacidad de ajuste suficiente, tanto transversal como longitudinal, para garantizar la colocación en su emplazamiento definitivo. La maniobra de izado se realizó mediante cuatro puntos de tiro ubicados en los voladizos de unas estructuras previamente instaladas en cabeza de las pilas 9 y 10; concretamente, se dispuso de dos puntos de izado por pila, constando cada uno de ellos de dos unidades de izado de 850 toneladas de capacidad (1.700 toneladas/punto). La operación, que tuvo que realizarse en óptimas condiciones de viento, oleaje, marea y corrientes, culminó con éxito tras 12 horas de trabajos. La conexión de este segmento con los dos contiguos y el montaje de la superestructura completaron la obra de este tramo.

Tramo atirantado. El tramo más espectacular ha sido también el de mayor plazo de ejecución y el más complejo por las magnitudes y variedad de actuaciones: se inició en 2008 con la cimentación de las torres de atirantamiento y concluyó el 19 de mayo pasado con el ensamblaje de la última dovela del tablero. Este tramo, situado sobre el canal de entrada a la bahía, está formado por un tablero mixto hormigón-acero de 1.180 metros de longitud, dividido en cinco vanos, con luces de 540 metros el central y de 120 y 200 metros en los de compensación. El vano central está flanqueado por dos torres de atirantamiento que sustentan el tablero con 176 tirantes de acero activo, anclados en cada torre a un fuste superior formado por una sección mixta de cajones metálicos y de hormigón.

La obra ha conjugado un alto grado de especialización en procedimientos y medios con un elevado nivel de coordinación de equipos

Las torres de atirantamiento son el elemento más impactante del tramo. Son dos pilonos de 180,6 y 178,7 metros de altura, de forma romboidal, uno situado en el mar (pila 12) y otro en tierra (la 13), cuya ejecución ha entrañado gran complejidad. Su cimentación, a base de pilotes de 1 y 2 metros de diámetro (56 en la pila 13), ha sido la mayor de su tipo en España, y los encepados sobresalen por sus dimensiones: el de la pila 12 requirió diversos recintos estancos metálicos para los trabajos en seco por debajo del nivel del mar, el mayor de los cuales tiene una superficie de 1.839 m^2, equivalente a dos campos de fútbol sala. La ejecución de los fustes verticales, de sección hueca, se ha realizado mediante encofrado autotrepante convencional y encofrado trepante; los fustes inclinados se ejecutaron con apoyo de una gran estructura metálica auxiliar para soportar los encofrados y el peso del hormigón fresco.

Estructuras de carretera más largas de España

Estructura	Longitud	Provincia	Vía	Año
Puente Constitución de 1812	3.157 m	Cádiz	CA-35	2015
Puente V Centenario	2.016 m	Sevilla	A-66	1991
Puente ría Noia	1.657 m	A Coruña	AC-549	2014
Puente Rande	1.604 m	Pontevedra	AP-9	1981
Viaducto Buñol I	1.568 m	Valencia	A-3	1993
Viaducto Buñol II	1.548 m	Valencia	A-3	1993
Puente José León de Carranza	1.400 m	Cádiz	N-443	1969
Viaducto Concha de Artedo	1.200 m	Asturias	A-8	2013
Viaducto río Nalón	1.100 m	Asturias	A-8	2007
Viaducto Amposta	1.070 m	Tarragona	AP-7	1976
Puente ría Betanzos	1.054 m	A Coruña	AP-9	1996
Viaducto río Urumea	1.018 m	Gipuzkoa	AP-8	2010

Elaboración propia

La calzada sobre el puente presenta una inclinación máxima del 5% en su parte central.

Por su parte, el tablero, de diseño aerodinámico y esbelto, está formado por un cajón central de 10 metros de ancho y dos voladizos de 12,50 metros. Se ha construido a base de dovelas de acero de 20 metros de longitud y 35 de anchura, con un peso medio de 350 toneladas, fabricadas en taller, transportadas por piezas a la obra y soldadas allí. Son las mayores dovelas construidas en España, con muy pocos precedentes internacionales.

En noviembre de 2012 arrancó su ejecución con el izado de las dovelas 0 sobre las pilas 13 y 12, realizado con grandes grúas y cabrias. El avance de las dovelas, mediante voladizos sucesivos, se realizó por ambos lados de cada torre, soldándose con las colocadas previamente, de manera que el puente crecía en voladizo desde ambos pilonos hacia el exterior. En una primera fase se montaron 52 metros de tablero a cada lado de la torre, conformando sendas T, al término de la cual se procedió al anclaje y tesado de los tirantes correspondientes, así como al hormigonado de la losa de hormigón del tablero. Previamente se habían instalado los carros de izado encargados de elevar las nuevas dovelas desde las pontonas y de colocarlas en el lugar definitivo para su posterior soldadura, tesado de tirantes y ejecución de la losa. En total, se montaron 64 dovelas: 32 desde la pila 12 y 31 desde la pila 13, más la dovela de cierre. En el proceso, realizado según modelos de cálculo previos para determinar la deformación y tensión de la estructura, intervinieron cuatro carros de izado diseñados, fabricados y operados por ALE, sin precedentes en España por su peso (650 toneladas equipados) y longitud (50 metros), que además izaron las correspondietes losas.

Tramo de acceso a Puerto Real. El último tramo se desarrolla íntegramente sobre el polígono industrial de La Cabezuela, en Puerto Real, conectando el segmen-

Los récords del puente

- *Puente de carretera más largo de España (3.157 metros) y segundo puente del país, superado solo por el viaducto ferroviario de El Portal (3.200 metros). Vigésimo puente más largo de Europa y 117º del mundo.*
- *Puente con la mayor luz libre entre pilonos de España (540 metros), tercero de Europa, tras los puentes de Normandía (856 metros) y Rion Antirion (560 metros), y decimocuarto del mundo.*
- *Puente marítimo con el mayor gálibo vertical de España (69 metros) y segundo del mundo, tras el neoyorkino de Verrazano-Narrows (69,5 metros).*
- *Infraestructura con las torres más altas de España (180 metros), séptimas de Europa y decimosextas del mundo.*

to atirantado con el enlace de La Cabezuela. Se trata de una estructura singular de 1.182 m, longitud que la situaría entre los diez viaductos de carretera más largos de España, pero que queda visualmente relegada ante el imponente tramo atirantado. Cronológicamente, ha sido el último tramo del puente en concluir la obra del tablero.

La estructura, hiperestática, presenta sección de tablero de hormigón pretensado fabricado *in situ* y 23 pilas que son de dos tipos: de tipo palmera en el tramo entre las pilas 15 a 17 y de tipo pórtico en el tramo de la 18 a 37, para permitir el paso de una vía del polígono bajo el tablero. Su altura varía entre 8 y 52 m, por lo que ese tramo es ascendente hacia el tramo atirantado. Los vanos tiene luces entre ejes de apoyos que varían entre 32 y 75 m.

El viaducto comprende dos partes de sección transversal diferenciada. Un primer tramo de sección cajón pretensado, de 691 m de longitud, con nueve vanos (5x75+68+4x62 m) desde la pila 15 hasta la 24. La sección transversal consiste en una sección tricelular de 35,2 m de ancho y 3 m de canto. Se ha ejecutado *in situ* mediante cimbra en dos fases: hormigonado del núcleo central de 14,25 m de ancho y ejecución de los voladizos laterales de 9,4 m de ancho en cada borde; para esta segunda fase se ha empleado un "carro de alas", carro de hormigonado de elevada complejidad. El segundo tramo, de 551,7 m de longitud divididos en 13 vanos (13x40+31,7 m) entre la pila 25 y el estribo 2, presenta una sección tipo losa aligerada de anchura variable y canto de 2 m. El hormigonado de este tramo se ha ejecutado vano a vano y abarcando su sección completa en una sola fase.

De arriba abajo, vista de la rotonda que distribuye el tráfico del puente en Cádiz y panorámica aérea del puente.

TOGETHER, WE ARE SMARTER, SAFER, STRONGER

MÁS DE 25 AÑOS APORTANDO SOLUCIONES INNOVADORAS

WORLDWIDE HEAVY TRANSPORTATION AND LIFTING

TEL: +34 91 8845403
FAX: +34 91 8845840
WWW.ALE-HEAVYLIFT.COM
INFO@ALE-HEAVYLIFT.COM

@ALEHeavylift /ALEHeavylift /ALECorporate

ALE

SMARTER, SAFER, STRONGER

Culminada la autovía del Mediterráneo (A-7) en la provincia de Granada

Cierre de itinerario

▶ *Zona de desmontes y barrancos junto a varios invernaderos. A la derecha, la serpenteante N-340.*

Javier R. Ventosa. Fotos: DCE Andalucía Oriental

Los litorales de Almería, Granada y Málaga han quedado definitivamente comunicados en alta capacidad tras la entrada en servicio del tramo Carchuna-Castell de Ferro de la autovía del Mediterráneo (A-7). El nuevo recorrido cierra el itinerario de esta gran infraestructura en la Costa Tropical de Granada, una de las obras más complejas y costosas en la historia de las carreteras de España.

El Ministerio de Fomento ha puesto en servicio el tramo Carchuna-Castell de Ferro, con el que se cierra el itinerario de la autovía del Mediterráneo (A-7) en la costa granadina y en Andalucía, uno de los grandes objetivos del Departamento en materia de carreteras para la presente legislatura. Su finalización culmina casi tres lustros de trabajos para construir el nuevo trazado de autovía entre Nerja y Adra (85 kilómetros), de alta dificultad técnica y elevada inversión. “Se trata de una de las obras de mayor complejidad en las últimas décadas en nuestro país”, destacó el presidente del Gobierno, Mariano Rajoy, durante la apertura del tramo, el pasado 7 de octubre.

Con el tramo Carchuna-Castell de Ferro se ha alcanzado el objetivo histórico de unir las ciudades y los puertos de Málaga, Motril y Almería, así como sus costas del Sol, Tropical y de Almería, con importantes centros turísticos y hortofrutícolas, mediante una infraestructura de alta capacidad que vertebra ya toda la costa andaluza desde Almería hasta Algeciras (Cádiz). La A-7, por tanto, se consolida definitivamente como el gran eje de comunicaciones este-oeste del litoral andaluz en sustitución de la carretera nacional N-340, de trazado sinuoso, con numerosas travesías urbanas y escenario de retenciones de tráfico en varias épocas del año.

Adicionalmente, el cierre de la A-7 en Andalucía representa también la culminación en alta capacidad del Corredor Mediterráneo, de 1.440 kilómetros de longitud, estratégico eje de comunicaciones de la red viaria española que permite viajar por vías de alta capacidad (la A-7 y la autopista AP-7) desde Cádiz hasta la frontera francesa. En este gran eje litoral, la autovía A-7, la más larga de la Red de Carreteras del Estado, está ya finalizada en Andalucía, la Región de Murcia y prácticamente en la Comunidad Valenciana, restando para su conclusión unos 200 kilómetros en las provincias de Castellón, Tarragona y Barcelona.

Beneficios del tramo

El tramo Carchuna-Castell de Ferro, de 10,2 kilómetros de longitud, supone para los usuarios una alternativa más rápida, cómoda y segura frente al tránsito por la carretera nacional N-340. Los principales beneficiarios de la nueva infraestructura son los 13.502 vehículos que de media circulaban por esta vía, con puntas muy superiores en verano y un porcentaje del 12% de vehículos pesados, que casi instantáneamente han cambiado la vieja carretera por la nueva autovía. Además, el nuevo trazado evita las travesías por los núcleos de Carchuna, Calahonda y Castell de Ferro.

La reducción de los tiempos de viaje en la A-7 es una de las ventajas más apreciadas por los usuarios. Los casi 68 kilómetros de autovía en el litoral de la provincia de Granada, comprendidos entre el viaducto de Cantarriján (límite con la provincia de Málaga) y El Castillo de Huarea (colindante con la provincia de Almería), se realizan ahora en 46 minutos –respetando todos los límites de velocidad–, cuando antes se necesitaban dos horas por la N-340. Un considerable ahorro de tiempo que se espera tenga un impacto favorable en la economía regional, especialmente en el transporte de mercancías y el turismo. La ciudad de Almería, por ejemplo, queda ahora situada a apenas dos horas del aeropuerto de Málaga, el cuarto con más tráfico de España.

Condicionantes y presupuesto

La construcción del nuevo tramo de autovía ha tenido que superar diversos condicionantes adversos que han afectado al presupuesto y a los plazos de entrega de la obra. El trazado se desarrolla a través de un territorio accidentado junto a zonas medioambientalmente protegidas y cruzado por diversos barrancos, donde los factores geotécnico y geológico, como en otros tramos de la A-7 en Granada, han tenido un papel determinante para la obra. El mal comportamiento del terreno en varias zonas, con problemas de estabilidad de

Arriba, bocas del túnel del Romeral. Debajo, viaducto de Torilejo, de 184 metros de longitud, sobre el barranco del mismo nombre.

▶ *El nuevo tramo tiene su origen en el enlace de Carchuna (parte inferior).*

Trazado complejo en la costa

El tramo Nerja-Adra, que cierra la autovía del Mediterráneo (A-7) en Granada y en Andalucía, ha pasado a la historia como uno de los más complejos y costosos de las carreteras españolas. Se trata de un nuevo trazado de 85 kilómetros a lo largo de la Costa Tropical granadina, dividido para su ejecución en 11 tramos, que el Ministerio de Fomento adjudicó a las constructoras entre los años 2001 y 2005. Algo menos de la mitad del trazado (cinco tramos) estaba finalizado en 2009, mientras que el resto, tras atravesar diversas circunstancias, se ha culminado en el bienio 2014-2015.

El nuevo trazado de la A-7 discurre algo más al interior que la sinuosa carretera nacional N-340 a la que reemplaza, en su mayor parte a través de una orografía muy complicada, junto a parajes protegidos medioambientalmente y afrontando numerosos barrancos, ramblas y obstáculos montañosos que han obligado a desplegar un gran esfuerzo de ingeniería: se han construido casi una treintena de viaductos (cinco de ellos de más de 500 metros de longitud) y una docena de túneles (dos de ellos, Marchante e Ítrabo, de más de 2 kilómetros, son los más largos de Andalucía), así como elevados desmontes y terraplenes.

A la complicada geografía local, en la fase de obra se han sumado inesperados problemas geológicos y geotécnicos en varios tramos, con deslizamientos de tierras y deformaciones en taludes, así como presencia de materiales de excavación de muy baja calidad. Se trata de importantes condicionantes que han obligado a introducir diversas modificaciones en los proyectos originales de casi la mitad de los tramos, entre ellos cambios en la planta del trazado, sustitución de viaductos por terraplenes, estabilización de laderas y taludes o reforzamiento de las medidas de sostenimiento en los túneles, entre otros, con objeto de garantizar la seguridad de la infraestructura en sus fases de obra y explotación.

Estos y otros factores han alterado los plazos originales de entrega de algunos tramos y han modificado al alza los presupuestos de obra iniciales. En total, el Ministerio de Fomento ha destinado más de 1.300 M€ a la ejecución de estos 85 kilómetros de autovía. Este importante esfuerzo presupuestario mejora sustancialmente la vertebración territorial del litoral andaluz y satisface la histórica demanda de sus municipios de contar con modernas comunicaciones viarias, abriendo importantes expectativas para el transporte de mercancías y el turismo.

laderas y el riesgo de importantes deslizamientos de tierras, ha obligado a adoptar una serie de modificaciones respecto al proyecto original, incluido un ajuste de trazado, con objeto de garantizar la seguridad de la infraestructura durante las fases de obra y explotación.

Todas estas medidas han tenido su reflejo en el presupuesto de la obra, que ha ascendido a 118,1 M€. Si a esta cantidad se suman el coste de redacción del proyecto, el importe estimado de las expropiaciones y el coste de la asistencia para el control y vigilancia de las obras, se obtiene una inversión total de 164,5 M€. La obra ha sido ejecutada por la unión temporal de empresas formada por FCC Construcción y Construcciones Vera, el proyecto ha sido firmado por Synconsult y la asistencia técnica para el control y vigilancia de las obras ha corrido a cargo de Euroconsult.

Autovía del Mediterráneo (A-7). Tramo Carchuna-Castell de Ferro

Características técnicas y trazado

El nuevo trazado se ha diseñado con las características geométricas de una AV-100 (velocidad de proyecto de 100 km/h), presentando un radio mínimo de 650 metros y pendiente máxima del 5,70%. La sección tipo del tronco está formada por dos calzadas de 7,00 metros, con dos carriles de 3,50 metros de anchura cada una, arcén interior de 1,50 metros y exterior de 2,50 metros, separadas por una mediana de 3 metros de ancho (24 metros en la zona de túneles). En cuanto al firme, sobre una explanada E3, se han dispuesto 3 centímetros de mezcla bituminosa discontinua M-10 en capa de rodadura, 7 centímetros de mezcla S-20 en capa intermedia y 15 centímetros de mezcla tipo G-25 en capa de base, sobre una sub-base de zahorra artificial de 25 centímetros de espesor.

El tramo discurre por los términos municipales de Motril, Gualchos-Castell de Ferro y Lújar. El inicio del trazado se sitúa a continuación del enlace de Carchuna, que conecta con el tramo Motril (El Puntalón)-Carchuna de la A-7, desarrollándose inicialmente en dirección sureste. En los primeros kilómetros salva sucesivamente la Cañada Real de Gualchos y los barrancos de Vizcarra (mediante un terraplén de 35 metros de altura) y del Torilejo (mediante un viaducto). A partir de este punto la rasante comienza a ascender con una pendiente del 3,1%, bordeando el LIC (Lugar de Importancia Comunitaria) Sierra de Castell de Ferro, hasta alcanzar el siguiente barranco, del Zacatín, el cual se cruza con otro viaducto.

En ascenso continuo, con una pendiente del 3,85%, el trazado continúa en dirección oeste y atraviesa mediante un terraplén de unos 40 metros de altura el barranco del Puntal Blanco, alcanzando poco después el punto más alto del tramo, coincidiendo con un giro del trazado hacia el noroeste. A partir de aquí se produce un descenso del trazado con pendiente del 3% hasta enfrentarse con el macizo de Castell de Ferro, la parte más abrupta del tramo, salvado mediante el túnel del Romeral, con calzadas separadas, que da paso a sendos terraplenes de 38 y 40 metros de altura.

Ya en la parte final, el trazado describe una amplia curva a la derecha, de casi 1,3 kilómetros de longitud, cruzando consecutivamente el barranco de Los Pastores y la carretera GR-SE-14. El último obstáculo geo-

Autovía del Mediterráneo (A-7). Tramo Nerja-Adra

Tramo	Longitud	Presup. obra	Apertura
Nerja-La Herradura	9,5 km	151,2 M€	Mar 2007
La Herradura-Taramay	9,1 km	190,0 M€	Jul 2009
Taramay-Lobres	7,8 km	171,1 M€	Jun 2014
Lobres-Guadalfeo	2,3 km	25,8 M€	Jun 2014
Guadalfeo-La Gorgoracha	4,7 km	63,8 M€	Ago 2008
La Gorgoracha-El Puntalón	6,1 km	105,1 M€	Mar 2015
El Puntalón-Carchuna	6,1 km	115,5 M€	Mar 2014
Carchuna-Castell de Ferro	10,2 km	118,1 M€	Oct 2015
Castell de Ferro-Polopos	3,6 km	27,5 M€	May 2005
Polopos-Albuñol	14,9 km	246,7 M€	Dic 2014
Albuñol-Adra	10,5 km	115,0 M€	Dic 2007

Enlace de Castell de Ferro, final del tramo.

gráfico es la rambla de Lújar, que se salva mediante un viaducto en una zona de invernaderos. A continuación el trazado gira hacia el sureste hasta alcanzar el enlace de Castell de Ferro, con tipología de diamante con dos glorietas (conecta con la N-340), dando paso a una rampa del 5,7% que conecta con el tramo contiguo Castell de Ferro-Polopos.

Estructuras

A lo largo del trazado se han ejecutado un total de 12 estructuras de paso: tres viaductos, un paso superior y ocho pasos inferiores. Los tres viaductos son los del Torilejo (184 metros de longitud), del Zacatín (261 metros) y de la rambla de Lújar (362 metros). Consisten en un tablero único formado por vigas prefabricadas doble T de 2,50 metros de canto total en los dos primeros y de 2,10 metros en el tercero, oscilando la anchura del mismo entre 24,80 y 25,80 metros. Su ejecución se ha realizado por puesta en obra con viga de lanzamiento de las vigas prefabricadas (con grúa en el tercer viaducto) y unión *in situ* mediante el hormigonado de losa-forjado sobre prelosas prefabricadas. La cimentación de las pilas –con una altura máxima de 62 metros– es profunda mediante pilotes.

El único paso superior, destinado a la reposición de un camino agrícola, es un tablero de tipo losa aligerada de hormigón pretensado *in situ*, de 55 metros de longitud. Los pasos inferiores son en su mayor parte marcos de hormigón armado de distintas dimensiones.

El túnel del Romeral consiste en un doble tubo de 339 metros en la calzada izquierda y 250 metros en la calzada derecha, con una sección circular de 6,2 metros de radio interior. Se ha construido mediante el nuevo método austriaco, que incluye las fases consecutivas de excavación en avance y destroza, atravesando terrenos de mármoles calizos y dolomíticos. El subterráneo ha sido equipado con los sistemas e instalaciones de seguridad previstos en el Real Decreto 635/2006, de 26 de mayo, sobre requisitos mínimos de seguridad en los túneles de carreteras del Estado, tales como extinción de incendios, alumbrado (normal y de seguridad), puestos de emergencia, detectores ambientales, megafonía y circuito cerrado de televisión.

En el capítulo de drenaje transversal, se han ejecutado un total de 30 obras. De ellas, 23 son tubos de hormigón armado con diámetros comprendidos entre 1,00 y 2,50 metros, seis son marcos de hormigón armado y la restante es una bóveda de dimensiones 13,00x8,80 m^2 y longitud total de 120 metros, situada en el p.k. 9+900.

Unidades de obra principales

Excavación de la explanación	6.996.307 m^3
Excavación en terraplenes	6.000.000 m^3
Excavación túnel	59.434 m^3
Formación de rellenos	5.804.034 m^3
Acero en estructuras	7.890.313 kg
Hormigón armado, en masa y proyectado	147.670 m^3
Viga pretensada doble T en estructuras	7.728 ml

▶ *Vista áerea del viaducto sobre la rambla de Lújar.*

.\ Medidas ambientales

En cumplimiento de la Declaración de Impacto Ambiental (DIA), se han adoptado una serie de medidas de prevención y corrección del impacto ambiental destinadas a minimizar o eliminar los efectos nocivos sobre el medio ambiente que ha producido la construcción de la autovía. Estas actuaciones, cuyo presupuesto asciende a 1,8 M€, han sido las siguientes:

- Protección y adecuación de cuatro vías pecuarias: Cañada Real de Gualchos, Cañada Real de Málaga a Almería, Colada del Camino Viejo y Cañada Real de la rambla de Gualchos.
- Revegetación de los taludes de terraplén y desmonte, así como de otras superficies situadas en las márgenes de la autovía, con un total de 366.000 m² de superficie. También se han ejecutado 38.019 m² de hidrosiembra.
- Plantación de 2.996 árboles y 41.635 arbustos. Mención especial merece la protección de una especie en peligro, la *Maytenus Senegalensis*, arbusto espinoso endémico de esta zona costera también presente en otros tramos de la A-7 en Granada. Se han recogido un total de 2.172 ejemplares de esta especie para su mantenimiento en vivero y posterior replantación en otoño.
- Ejecución de dos marcos para paso de fauna, que pueden ser utilizados por las poblaciones de cabra montesa existentes en la zona.
- Instalación de más de 30.000 m² de unidades destinadas a la consolidación y protección de laderas: 25.860 m² de malla para protección de taludes y 5.569 m² de manto de consolidación de taludes. ▮

El último tramo de la Autovía A-7 del Mediterráneo, Carchuna-Castell de Ferro, se abre al público.

FCC Construcción, en UTE con Construcciones Vera, ha finalizado el tramo de autovía Carchuna-Castell de Ferro, que discurre por los términos municipales de Motril, Gualchos y Lújar, en Granada. La apertura de estos 10 nuevos kilómetros de autovía supone una alternativa más rápida, cómoda y segura frente al tránsito por la carretera N-340. Más de 13.500 vehículos se verán así beneficiados por esta nueva infraestructura.

Con este tramo se finaliza la A7, autovía del Mediterráneo, de 1.440 km de longitud, que se extiende desde Cádiz hasta la frontera con Francia; un eje estratégico de comunicación no solo para Andalucía sino también para el conjunto de la red viaria de España.

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO
AUTOVÍA DEL MEDITERRÁNEO, A-7

FCC Construcción

VERA CONSTRUCCIONES

Carlos Sanchidrián, Premio Nacional de Ingeniería Civil 2015

La perseverancia en el oficio

Pepa Martín. Fotos: PROES Consultores

El Ministerio de Fomento ha concedido a Carlos Sanchidrián Fernández el Premio Nacional de Ingeniería Civil 2015, un galardón con el que reconoce sus casi 50 años de dedicación a la obra pública, valorando muy especialmente una trayectoria profesional tan dilatada como brillante en el sector marítimo-portuario.

Puente de acceso y terminal de carga de Arzew (Argelia).

Este premio le ha pillado "totalmente por sorpresa", asegura Carlos Sanchidrián Fernández, a pesar de que sabía que el presidente de Puertos del Estado, José Llorca, y el catedrático de Puertos de la Universidad de Granada, Miguel Angel Losada, iban a promover su candidatura al Premio Nacional de Ingeniería Civil 2015, dos personas que "han hecho mucho por el sector portuario", y que han valorado en su trayectoria profesional "la diversificación de actuaciones", puntualiza.

Les agradece especialmente a ellos el galardón por haberle tenido presente para tan alto reconocimiento, pero asegura que con el premio "me han venido también a la memoria muchas de las personas que a lo largo de estos años han confiado sus proyectos en mí, y que han contribuido a que haya podido trabajar en el sector marítimo-portuario". Con ellas, asegura, además de aprender también ha establecido una relación rica en afectos, "aunque las circunstancias van cambiando y cambiándonos, y de forma paralela los compañeros que tienes a tu lado, puedo decir que son centenares las personas a las que guardo especial gratitud", señala.

El Premio Nacional de Ingeniería Civil del Ministerio de Fomento, instituido con carácter anual desde 2001, trata de recompensar y reconocer una meritoria carrera profesional desarrollada fundamentalmente en España y en los ámbitos de la obra pública, un perfil que cumple a la perfección Carlos Sanchidrián Fernández valorando en esta ocasión una ejemplar trayectoria que el jurado, presidido por el secretario de Estado de Infraestructuras, Transportes y Vivienda, Julio Gómez-Pomar, ha decidido premiar por unanimidad.

▶ *Sobre estas líneas terminal GNL del puerto de Sagunto y, debajo, terminal química del puerto de Bilbao.*

.\ Perfil profesional

El galardonado, que en 2016 cumplirá cincuenta años en la profesión, es, además de licenciado en Derecho, ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, por la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Madrid, titulado desde 1966 en la especialidad de Planificación e Infraestructuras Portuarias.

Futuro del sector

Carlos Sanchidrián Fernández cree que nuestro país tiene una posición muy avanzada en el sector marítimo-portuario, "pero aun así –asegura– hay que potenciar mucho más nuestra salida al exterior, a todos los niveles", y para ello cree necesaria la actuación conjunta de todos los sectores implicados.

Ve el futuro con mucho optimismo porque es un sector que está en constante evolución. "Cuando crees que se ha llegado al límite –asegura– surge un factor nuevo". De hecho, explica que "los principales clientes de los puertos son los barcos, que evolucionan muy rápido ya que van duplicando sus dimensiones en cortos periodos de tiempo. Ocurre entonces que hay que buscarles nuevos acomodos; los puertos tienen que dar servicio a estos barcos cada vez más grandes, por lo que los retos van siendo cada vez más difíciles, y es tarea del ingeniero ofrecer soluciones".

En cualquier caso, entiende que "aunque no se construyeran nuevos puertos, la actividad marítima es muy intensa en todo el mundo, por lo que las oportunidades de los ingenieros están no solo en proyectar las infraestructuras, sino también en su gestión y en su explotación.

▶ *Terminal GNL Canasport (Canadá) y, debajo, terminal de contenedores del puerto de Buenaventura (Colombia).*

Carlos Sanchidrián Inició su trayectoria en el ámbito de la empresa privada, donde desempeñó durante dos décadas diversos puestos antes de su ascenso a director general. Posteriormente, su carácter inquieto y emprendedor le llevó a fundar su propia empresa, en la que desde el cargo de presidente se dedicó de lleno a la consultoría marítimo-portuaria.

Actualmente es consejero asesor de PROES Consultores, de la que ha sido presidente hasta 2009. Se trata de una consultoría de ingeniería y arquitectura que él mismo define como "independiente, multidisciplinar e internacional", con más de 40 años de experiencia en el sector, volcada en la realización de proyectos, asistencias técnicas, formación y asesoría, principalmente sobre transporte y energía.

En ella trabajan hoy más de 120 profesionales, un 70 por ciento de los cuales son titulados universitarios, y algunos, también, profesores en diferentes escuelas de ingeniería y arquitectura. Aunque la sede central está en Madrid, la proyección internacional obligada por la búsqueda de nuevos mercados le ha permitido contar también con delegaciones en Bogotá (Colombia), y en La Paz (Bolivia).

Calos Sanchidrián ha trabajado en algunos de los proyectos de terminales energéticas más importantes de España y del mundo

A punto de cumplir los 72 años, la trayectoria profesional de Carlos Sanchidrián se ha decantado casi en exclusiva hacia cuestiones tan imprescindibles hoy como la seguridad integral aplicada al sector portuario o a la logística y eficacia en la cadena de transportes, así como todas sus posibles implicaciones en el mejor desarrollo normativo de ambos sectores. Esto le

▶ *Terminal GNL de Arzew (Argelia).*

ha llevado a intervenir, según sus propios cálculos, en prácticamente el cien por cien de los terminales energéticos portuarios de España, de manera especial los de gas natural, así como casi en el 80 por ciento de petróleo, por lo que ha trabajado para empresas como Repsol, Cepsa, o Gas Natural.

Durante buena parte de sus años de profesión ha estado centrado en la consultoría: "es la faceta más importante de mi carrera", asegura. Vinculado al desarrollo de normativa marítima-portuaria, ha sido asiduo colaborador y asesor de Puertos del Estado así como de diversos organismos internacionales. No ha dudado tampoco en ponerse al servicio de la universidad, donde además de dar clases ha puesto en marcha proyectos de investigación y desarrollo.

El hecho de que la consultoría haya estado siempre presente en su vida profesional cree que le ha enriquecido y le ha permitido ofrecer una faceta más polivalente de lo que es habitual en este sector, una diversificación que ha alcanzado, afirma, "gracias a la persistencia en el oficio".

Explica, en este sentido, que la consultoría va más allá de los estudios, el desarrollo del proyecto y su construcción, puesto que también abarca la explotación, que es "donde el concepto de ingeniería se hace más extenso", asegura. Precisamente, al hilo de esta afirmación lanza una recomendación al sector de la ingeniería marítimo-portuaria, en el sentido de que en esta rama hay mucho futuro. En las terminales energéticas, por ejemplo, hay mucha actividad, y "es competencia también del consultor permitir obtener el máximo beneficio de estas infraestructuras", afirma.

.\ Actividad

Entre los proyectos más interesantes en los que ha participado, Sanchidrián destaca de manera especial las

Proyectos

Carlos Sanchidrián Fernández ha participado en multitud de proyectos de ingeniería portuaria, como son las refinerías de Tarragona y Dumai (Indonesia), la ampliación del puerto de Bilbao, los astilleros de Cádiz para superpetroleros de hasta 1.000.000 TPM, puertos de Yanbú y Jubail en Arabia Saudí o en terminales de GNL en España, Libia y Egipto.

Además, ha participado en proyectos de autopistas, aeropuertos, estudios de navegación, seguridad y riesgos, estudios de planificación territorial, instalaciones y edificaciones industriales, edificios turístico-residenciales o áreas comerciales, tanto en España como en el exterior, en países como Argelia, Argentina, Chile, Ecuador, Indonesia, Ucrania, Libia, Egipto o Venezuela.

Terminal de pasajeros del puerto de Denia y, debajo, vista aérea del puerto de Tarragona y las terminales de Repsol.

refinerías de Tarragona y Dumai, en Indonesia, junto a la ampliación del puerto de Bilbao, los astilleros de Cádiz o las terminales de GNL en España, Libia y Egipto.

También ha participado en numerosos proyectos de I+D+i, en los que su apuesta se ha decantado por aportar soluciones innovadoras en aspectos como la seguridad y la gestión de riesgos, la mejora de la gestión de la operativa portuaria, o la fiabilidad del diseño de las obras de abrigo.

Carlos Sanchidrián no ha renunciado a compatibilizar todas esas tareas con una intensa actividad volcada en la difusión de su experiencia y conocimientos del sector marítimo-portuario, asistiendo como ponente a cuantas jornadas, congresos, conferencias, cursos y máster –tanto nacionales como internacionales–, sus responsabilidades empresariales le han permitido.

Esa circunstancia ha influido sin duda en su reconocimiento internacional como uno de los mayores y más acreditados expertos del sector, siendo requerido en distintas ocasiones para participar en el desarrollo de normativa y recomendaciones de diversos organismos como la Permanent International Association of Navigation Congresses (PIANC), y ha pertenecido también a distintos comités y grupos de trabajo, entre los que destaca el constituido para dimensionamiento de canales de navegación.

Asimismo, tiene una participación muy destacada en el programa ROM (Recomendaciones de Obras Marítimas) de desarrollo normativo en materia portuaria, del que es consultor permanente. En este sentido, ha elaborado numerosas ponencias sobre estas recomendaciones en Portugal e Iberoamérica, y ha dirigido un gran número de proyectos de ingeniería en distintos ámbitos, como la terminal de petróleo y gas de Canaport, en Canadá, o la Terminal de Gas en Damietta, en Egipto. ▮

150 años del ferrocarril Tarragona-Martorell

El tren del progreso

Julia Sola Landero. Fotos: Museu del ferrocarril de Catalunya Vilanova i la Geltrú

El 10 de mayo de 1852 fue una fecha importante para las comarcas catalanas del Penedés y el Tarragonés. Aquel día, el empresario Jaume Ceriol solicitó la concesión de una nueva línea férrea de 73 kilómetros de longitud, que habría de unir las ciudades de Tarragona y Martorell, a través de Vilafranca del Penedés, para enlazar con Barcelona. Una infraestructura que resultó clave para impulsar el transporte logístico de mercancías y abrir nuevas rutas hacia Francia.

▶ *Arriba, estación de Altafulla-Tamarit y, debajo, estación de Tarragona.*

Sobre estas líneas, estación de Lavern-Subirats. Debajo, estación de Torredembarra.

En este 2015 aquella línea férrea cumple 150 años y un grupo de entidades públicas y privadas conmemora este aniversario con cine, conferencias y exposiciones, entre otros eventos, a lo largo del año. Merecido homenaje, al que también se ha sumado Correos con un sello conmemorativo, a una infraestructura cuyo estreno supuso una auténtica revolución económica para una zona, que hasta ese momento disponía, como única salida para la exportación de mercancías, del embarcadero de la playa de Sant Salvador, en El Vendrell, desde donde los productos –sobre todo agrarios, ganaderos y vitivinícolas– salían hacia los puertos de Barcelona o Tarragona. Gracias a las nuevas oportunidades que ofrecía el tren emergieron nuevos comerciantes y empresarios, y la sociedad civil comenzó a descubrir y utilizar las ventajas del nuevo medio de transporte inédito hasta ese momento en la zona. En contrapartida, el puerto de Sant Salvador terminó desapareciendo pocos años después de la puesta en marcha de la línea férrea.

Inicios

La obtención del permiso para tender la vía férrea fue un motivo de júbilo para las localidades afectadas por el trazado. Aunque el recorrido por la costa era más corto, la propuesta de línea por el interior ganó frente a las aspiraciones de Vilanova i la Geltrú, una ciudad pujante que buscaba ser nexo de unión del comercio por la costa entre Barcelona y Tarragona. Sin embargo, aunque el trazado por la costa era más corto, la llanura del Penedés presentaba menos dificultades orográficas. Vilanova había intentado que el trazado pasara por su municipio, incluso confiando en la voluntad de Isabel II, a la que se dirigió por carta “apelando a su soberana atención la conveniencia y necesidad de que el ferrocarril que el gobierno de V.M. está autorizado para conceder (…) pase por los pueblos que los exponentes representan”.

La soberana atención de la reina no tuvo los resultados esperados para Vilanova. Cuentan las crónicas que cuando el gobierno tomó la decisión de que el trazado pasara por Vilafranca, y no por Vilanova, las campa-

Estación de Gelida hacia 1920.

nas de la iglesia de Santa María se pusieron a tocar a rebato y que, bien entrada la noche, fueron convocados al Ayuntamiento todos los vecinos del municipio para anunciarles la buena nueva. Y que para festejar la noticia, de la casa consistorial salió la orquesta del Xicu Camps y tras ella la tarasca festiva "Drac", que recorrió las calles principales y bailó a las puertas de la villa hasta el amanecer.

En el tendido de la vía llegaron a intervenir 3.523 trabajadores, adelantándose en un año su terminación

Al año siguiente (1853) de aquella primera iniciativa para poner en pie el ambicioso proyecto, se constituyó la compañía que en un principio iba a gestionar la línea, con el nombre de Camino de Hierro del Centro, que hubo de sortear notables problemas financieros y de autorizaciones oficiales. Los avatares económicos y burocráticos llevaron pronto a un cambio de denominación social: la empresa pasa a llamarse Sociedad de los Ferrocarriles de Tarragona a Martorell y Barcelona (T.M.B) que, a su vez, sería absorbida en 1875 por la Compañía del Ferrocarril de Tarragona a Barcelona y Francia (TBF), para terminar finalmente en manos de la Compañía de los Ferrocarriles de Madrid a Zaragoza y Alicante (MZA).

Al poco de contar con todos los permisos, se redactó el proyecto, se obtuvieron los terrenos y, nueve años más tarde, arrancaban las obras con un presupuesto de algo más de 80 millones de reales. Para señalar la importancia que tenía el proyecto, en agosto de 1861 la compañía cursó una invitación al ministro de Fomento, a la sazón Rafael Bustos y Castilla, para asistir a la puesta de la primera piedra de la línea. El plazo de ejecución previsto era de 30 meses, por lo que la apertura estaba prevista para junio de 1864.

Una vez puestos en marcha, los trabajos avanzaron a buen ritmo. Durante el primer año –según los datos aportados a la primera junta de accionistas de la compañía–, trabajaron en el tendido de vías 2.385 hombres con 293 carros y 43 caballerías. Además, participaron 500 soldados para cubrir a los obreros que tuvieron que ausentarse en las épocas de la cosecha. En aquella misma sesión se informó de que el único túnel del trazado ya había sido ejecutado. Además, se informó de que la línea contaría con una conexión con Madrid y Alicante por Almansa, Valencia, Castellón y Tarragona, y con Zaragoza a través de Lleida, Montblanc, Reus y Tarragona;

Actos conmemorativos

Entre las actividades programadas para conmemorar el 150 aniversario de la línea Tarragona-Martorell, está la exposición itinerante Pugem al tren*, que muestra una colección de paneles de las trece poblaciones que unía la antigua línea ferroviaria, acompañada de numerosas piezas, herramientas, máquinas, uniformes de distintas épocas y una maqueta del trazado a escala 1:25.000 y 1:1.000.*

*También se ha editado un libro conmemorativo, titulado "*150 anys del ferrocarril Tarragona-Martorell*" escrito por Joan Josep Pujades Muñoz, catedrático de Antropología de la Universitat Rovira i Virgili, que recoge la historia y el patrimonio arquitectónico de la línea.*

A lo largo de las primeras estaciones del ferrocarril se celebró un recorrido especial conmemorativo en un tren automotor 449 de RENFE; se descubrió una placa para recordar la efeméride y el músico Carlos Sanz tocó una canción compuesta especialmente para la conmemoración.

En el programa se incluyen proyecciones y debates de las películas Europa, El tren de la Vida *o* El último tren: corazón de fuego *en la Universidad Rovira i Virgili de Tarragona; y conferencias como la del profesor Pere Pascual Doménech sobre la historia del ferrocarril Tarragona-Martorell, en Vilafranca del Penedés.*

Se celebran también exposiciones itinerantes con paneles del material gráfico utilizado en el libro 150 anys del ferrocarril de Tarragona a Martorell*, fotografías de gran formato con pequeñas explicaciones, exposición de material ferroviario de la línea, proyección del documental* 150 anys del ferrocarril de Tarragona a Martorell *y realización de unas fichas didácticas para que los alumnos de las escuelas puedan trabajar el contenido de la exposición.*

Playa de vías de Els Monjos.

y con dos enlaces: uno hacia Francia a través de la línea del este por Girona, y otro con Igualada.

Durante 1863 las obras siguieron cumpliendo los plazos previstos. Llegaron a intervenir 3.523 trabajadores y, en diciembre de 1864, la línea pudo ser recorrida por una locomotora en pruebas. De aquel primer viaje se hacía eco el *Correo de Provincias*, reseñando que la locomotora regresó a Tarragona desde Martorell "con la mayor facilidad" y constatando que "personas inteligentes nos aseguran que la expresada vía no deja nada que desear en punto a solidez y seguridad". Rebasando en un año las previsiones iniciales, la línea se abrió al tráfico el 15 de abril de 1865 pese a algunos derrumbamientos producidos entre Vilafranca y Monjos, entre otros incidentes menores registrados a lo largo de las obras.

Los tráficos de trenes iniciaron su andadura con dos convoyes diarios: uno por la mañana y otro por la tarde hacia Barcelona, con los correspondientes regresos hacia Tarragona. Los trenes aumentaron su frecuencia pocos meses después de la puesta en marcha de la línea, sobre todo aquellos que transportaban las mercancías que abrían mercado en las comarcas de la zona. Tras las locomotoras a vapor, que pervivieron más de un siglo, comenzó a acometerse la electrificación de la línea durante los años cincuenta. Esta discurría inicialmente por once estaciones: Tarragona, Altafulla, Torredembarra, El Vendrell, Arboç, Santa Margarida i els Monjos, Vilafranca del Penedés, La Granada, Sant Sadurní de Anoia, Gelida y Martorell. Veinte años más tarde se construyó la estación de Sant Vicenç de Calders (El Vendrell) y ya en pleno siglo XX se levantó un apeadero en Lavern (Subirats, en el Alt Penedès).

.\ Decadencia

En los primeros años todo el recorrido entre Tarragona y Martorell era de vía única. Con el paso del tiempo y el aumento del tráfico, la red llegó a duplicarse. Entre 1926 y 1930, la segunda vía llegaba desde Tarragona a San Vicente de Calders. No sucedió lo mismo con el tramo de línea del interior, entre San Vicente y Martorell, que se convirtió en una línea de segunda, mientras que la vía de la costa asumió mucho más protagonismo. A principios de los años 80 comenzaron las obras para duplicar la vía entre Martorell y San Vicente de Calders, y al finalizar aquella década ya se pudo circular en doble vía.

El peso económico y social que la línea Martorell-Tarragona tuvo en un principio comenzó a decaer en la década de los años 80, coincidiendo con la puesta en marcha de las líneas férreas que unen Barcelona con Tarragona a través de la costa, pasando por Vilanova i la Geltrú. Una pérdida de importancia que fue en aumento al paso de los años. Muy lejos ya de aquella primera pujanza, actualmente es conocida como línea del interior o la línea de Vilafranca-El Vendrell, usada por los mercancías y cercanías, y en ocasiones, en casos puntuales, cuando alguna incidencia en la línea de la costa o de larga distancia obliga al desvío del tráfico ferroviario. ▮

Entidades colaboradoras

Entre las entidades organizadoras de los actos conmemorativos, se encuentran el Institut d'Estudis Penedesencs, Centre d'Estudis Sinibald de Mas de Torredembarra, Centre d'Estudis d'Altafulla, Amics del Ferrocarril del Penedès, L'Arboç Acthiva't, Puerto de Tarragona, Associació Cultural Ferroviària de Tarragona i província, Arxiu Comarcal del Baix Penedès, Memòria Ferroviària de Tarragona, Centre d'estudis Sadurdinencs, Amics de la Història del Vendrell y Amics del Ferrocarril de Martorell; también colabora en tareas de apoyo y asesoramiento, el Museo del Ferrocarril de Catalunya en Vilanova i la Geltrú, gestionado por la Fundación de los Ferrocarriles Españoles.

Colaboran o patrocinan todas las actividades conmemorativas RENFE, Adif, FGC Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya, Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, Departament de Cultura de la Generalitat de Catalunya, Consell Comarcal Alta Penedés, Consell Comarcal del Baix Llobregat, Consell Comarcal Tarragonés, diputaciones de Barcelona y Tarragona, ayuntamientos de Tarragona, Martorell, Vilafranca del Penedés, El Vendrell, Sant Sadurní D'Anoia, La Granada, Santa Margarida i les Monjos, Torredembarra, D'Altafulla, Gelida, l'Arbolç, Metro Bilbao, la Escola Municipal de Música M. Dolores Calvet, Escola municipal de música Pau Casals, Subirats y Escola de Música Tradicional del Penedés L'Arbox. Entre los patrocinadores hay también numerosas empresas privadas.

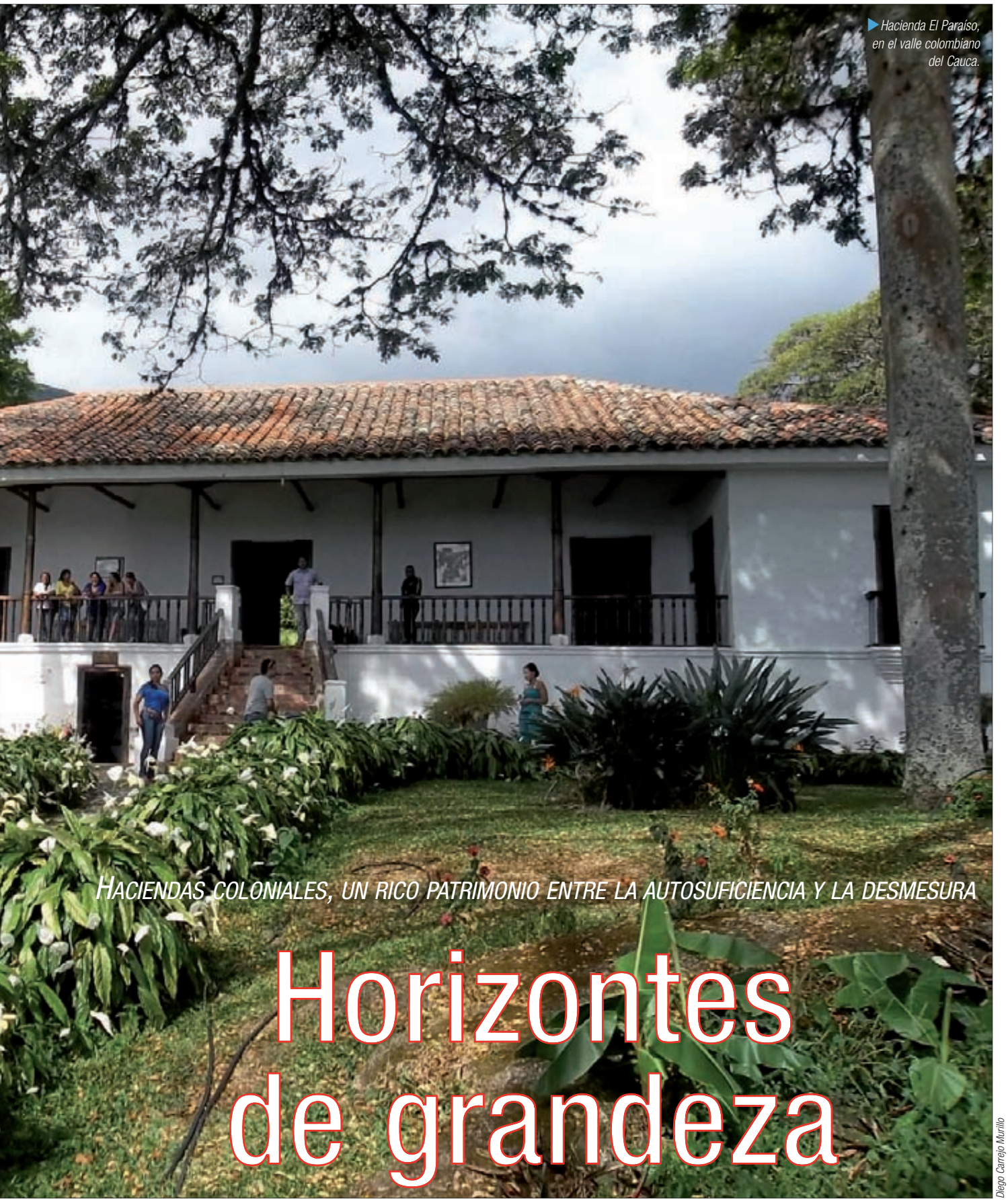
Más información en: www.150ftm.cat

Beatriz Terribas

Siguen constituyendo muchos siglos después uno de los más fieles vestigios de la colonización hispana. En su día extensas y complejas explotaciones agrícolas y ganaderas, algunas con sus propias redes de canales, viaductos o incluso ferrocarril, se convirtieron en verdaderos emporios que conformaron desde el siglo XVI y durante más de 300 años la organización económica y social de las provincias americanas.

Una vez finalizada la conquista de Centroamérica y de la mayor parte de Sudamérica, enormes territorios prácticamente vírgenes pasaron a formar parte de la Corona española, con excepción de aquellos reservados a los asentamientos de los propios nativos, tal y como disponían las leyes dictadas por Carlos I. Sin embargo aquel vasto patrimonio inicial de la Corona pronto se vería alterado por la necesidad de recompensar los esfuerzos, penalidades y riesgos de conquistadores y soldados para expandir los dominios imperiales en ultramar.

Tras la caída de Tenochtitlán, Hernán Cortés solicitó a Carlos I para sí y para sus hombres la concesión de tierras en México. Excepcionalmente, en 1527 el monarca distinguió a Cortés con el marquesado del valle de Oaxaca, título nobiliario al que acompañaba la concesión de 11.550 km^2 de territorio mexicano. Y el emperador, aunque receloso de que en los virreinatos pudiera aflorar una aristocracia rural tan poderosa como en España, se vio también en la obligación de asegurar el establecimiento de la población española en aquellas latitudes, accediendo finalmente a recompensar con tierras los méritos acreditados de quienes participaron en la exploración y conquista de nuevos territorios. Accedió también a otorgar a los más destacados el derecho a recibir de un número determinado de indios parte del tributo que debían pagar a la Corona, en este caso en forma de bienes en especie o en trabajo, estando obligado el beneficiario a responsabilizarse de su evangelización, protección, trato justo y educación, tal y como contemplaban las leyes de Burgos promulgadas por el Rey Católico Fernando II en 1512. Aunque pocos años más tarde, tras el incumplimiento reiterado de buena parte de esas obligaciones por algunos colonizadores, la Corona adoptó en 1547 una serie de medidas legales que fueron debilitando este sistema socioeconómico denominado encomienda. Entre ellas la abolición del carácter hereditario de las que estaban en vigor y la im-



▶ *Hacienda El Paraíso, en el valle colombiano del Cauca.*

Diego Carrejo Murillo

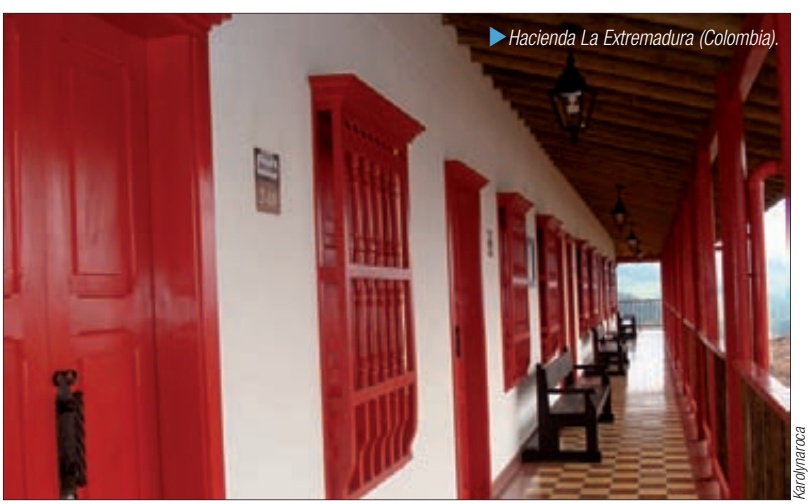
Haciendas coloniales, un rico patrimonio entre la autosuficiencia y la desmesura

Horizontes de grandeza

Paco Godoy

posición de remunerar a los indios por su trabajo. Aunque la encomienda no desaparecería totalmente hasta el siglo XVIII, dada la negativa de muchos encomenderos de renunciar a sus privilegios, la incesante llegada de nuevos colonos a América a mediados del siglo XVI, sumada a su necesidad de cultivos para su propia subsistencia, fueron modificando sustancialmente la configuración territorial prevista para las provincias americanas. Así, con el crecimiento de los núcleos urbanos y el desarrollo de la minería, la Corona empezó a conceder mercedes reales a cada colono. De ese modo, nobles e incluso caciques indígenas, pudieron hacerse con una o dos caballerías de tierra baldía para cultivar, es decir: 43 u 86 ha denominadas labores, y una o dos estancias para la cría de ganado, incluyendo dicha merced la dotación de la cantidad de agua establecida para cada caso. Una distribución de concesiones que se completaría con el trazado de numerosos caminos para el tránsito de los productos agrícolas y ganaderos hacia las ciudades, centros mineros y puertos de los que partían los metales preciosos y otras materias y bienes con destino a la metrópoli. Pero pronto esta distribución de tierras resultó insuficiente para atender las demandas en Europa de materias como el azúcar, cacao, café, patatas, tabaco, especias… Para hacer frente a esas nuevas demandas se fueron ampliando los supuestos de libre compraventa de tierras y concesiones, incluidas las reservadas a los propios indígenas, un proceso que pronto desembocó en el nacimiento de desmesurados latifundios, que acogerían también muchas de las haciendas de la América colonial.

▶ *Hacienda de La Pola (Colombia).*



▶ *Hacienda La Extremadura (Colombia).*

Karolynaroca

Arabsalam

Hacendados y cultivos

Muchos de aquellos primeros propietarios de haciendas fueron los españoles que habían gozado de encomiendas, además de muchos otros altos funcionarios que generalmente poseían título nobiliario. Hubo entre ellos también un buen número de colonos que gracias al comercio fueron comprando grandes extensiones de terreno, al igual que mineros enriquecidos que invirtieron sus ganancias en la adquisición de suelo, a fin de no depender de terceros para su aprovisionamiento y poder disponer de animales como fuerza motriz en las minas o para transportar los metales. A partir del siglo XVII una legislación más permisiva hizo posible también que criollos y mestizos adquirieran tierras y se convirtieran en hacendados y, ya en el siglo XIX, algunos de los paupérrimos españoles que emigraron a América y lograron prosperar.

Aunque inicialmente la Corona prohibió al estamento eclesiástico la posesión de propiedades rurales, la evangelización de los indios allí donde no llegó o fracasó la conquista militar derivó en la fundación de misiones y en la explotación de los terrenos inmediatos para su abastecimiento. Estos territorios con el tiempo se convirtieron también, en algunos casos, en importantes latifundios gracias a las donaciones y herencias, inicialmente de indígenas y españoles y ya en los siglos XVII y XVIII de las familias criollas más poderosas. Fue precisamente en estas centurias y durante el siglo XIX cuan-

Gabieguin

Hacienda La Ciénaga (Ecuador) y, junto a estas líneas, silo y bodega de la hacienda Vista Hermosa (México).

Alfonsobouchot

▶ *Hacienda La Luz (México). Debajo, fuente y comedor de la hacienda Chautla, en Puebla (México).*

do también las haciendas laicas cobran gran apogeo. Aunque las hubo modestas, de menos de un centenar de hectáreas, otras alcanzaron descomunales proporciones como la del marquesado de Aguayo, en México, con 5 millones de hectáreas.

Las condiciones geográficas y climáticas del lugar donde se ubicaban determinaron el tipo de producción y, en consecuencia, su infraestructura. En la provincia de Venezuela proliferaron bajo la foresta húmeda las plantaciones cacaoteras, destacando entre sus múltiples haciendas la de Chuao, propiedad de Cristóbal Mexía de Ávila y productora durante casi dos siglos del cacao de Chuao reconocido como el más fino del mundo. Las del valle del Cauca, en el virreinato de Nueva Granada, fueron pródigas en la producción de caña de azúcar, el cultivo más protegido por la Corona, aunque también en otros enclaves del lugar se dedicaron al tabaco, la quina o el café, cuyas semillas fueron introducidas en Colombia en 1730 por los misioneros jesuitas. En gran parte del virreinato del Perú y en el del Río de la Plata prevaleció sin embargo la producción ganadera sobre la agrícola dada la riqueza de sus pastizales.

Alfonsobouchot

Ludan68

▶ *Hacienda Vista Hermosa (México). Debajo, hacienda de Xico (México) a comienzos del pasado siglo.*

Gabriegavin

Precisamente en la Pampa se encontraban algunas de las haciendas más extensas de los jesuitas, dominicos y agustinos, destinadas a la cría de ganado.

La mayor diversidad productiva se desarrolló sin embargo en el virreinato de la Nueva España, concretamente en México, donde la diversidad de su suelo y clima favorecieron el desarrollo de las haciendas azucareras, pulqueras, cerealeras, cacaoteras, cafeteras, tabaqueras, madereras, algodoneras o henequeras, alcanzando estas últimas, en torno a 400, notable importancia en el siglo XIX por monopolizar el cultivo y la venta de las manufacturas derivadas de la fibra del henequén: hilos, cuerdas, redes…, dirigida a los mercados coloniales, norteamericanos y europeos.

Espacios constructivos

Arquitectónicamente las haciendas estaban constituidas por una serie de edificios cuyas características y dimensiones dependían del tipo de actividad que desarrollaban. La infraestructura física de las primeras haciendas se limitaba a la vivienda del hacendado, de adobe o piedra y con cubierta vegetal, los corrales y los habitáculos donde se almacenaban las cosechas y los aparejos de trabajo, pero a medida que fueron convirtiéndose en unidades de producción a gran escala su entramado laboral fue ampliándose dado que tenían que disponer de las instalaciones necesarias para transformar la materia prima en bienes de producción. Las haciendas azucareras, de las que tan solo en México llegó a haber un total de 1.600, fueron las que necesitaron mayores inversiones de capital en maquinaria así como enormes espacios para albergar los trapiches e ingenios, calderas con enormes chimeneas, cuartos de purga y asoleadores para transformar la caña en azúcar. Un equipamiento industrial que en menor medida tenían también las haciendas cafeteras, cacaoteras, pulqueras, tabaqueras, algodoneras y henequeras provistas de lavaderos,

Alejandro Linares García

despulpadoras, despepitadoras, desfibriladoras y secaderos para los frutos y fibras que producían. Los hornos fueron sin embargo el distintivo de las haciendas mineras, tanto para fundir los metales de alta ley como la amalgama, de la que se separaba el mercurio de la plata tras haber procedido en los patios de la hacienda a triturar los metales en pesados molinos movidos por hombres o animales. Completaban su infraestructura las amplias bodegas del subsuelo donde se almacenaban los metales. El mayor granero colonial fue México, con más de 300 haciendas cerealeras caracterizadas por sus enormes trojes y silos para guardar las semillas, el grano y el forraje de los animales de tiro y carga. Muchas de ellas disponían de caballerizas y establos cercanos a los almacenes de los implementos agrícolas, fabricados a menudo en sus propias carpinterías y herrerías. Estos talleres, así como los de alfarería, tejeduría y de reparación de maquinaria fueron comunes al resto de las haciendas, favoreciendo su mayor autonomía y rentabilidad pese a las elevadas inversiones económicas que suponían para los hacendados, promotores a su vez de cuantiosas obras hidráulicas para

Acueducto en la exhacienda Chorrillo Taxco (México). Debajo, tropas zapatistas en una de las haciendas del asturiano Íñigo Noriega.

Desde sus orígenes las haciendas cobraron empaques palaciegos, pretendiendo reflejar la ostentosa riqueza de sus propietarios

Lievanomx

▶ *Exhacienda Chautla (México).*

almacenar y distribuir el agua. En todas las haciendas existieron aljibes y pozos pero además en aquellas que contaban con ríos en su territorio el agua se desviaba hacia enormes presas que alimentaban las acequias y canales de mampostería y madera que irrigaban los cultivos. Hubo también latifundios que al carecer de suministro precisaron de sólidos acueductos de piedra para conducir el agua desde los puntos donde fluía hasta las tierras de labor, contemplándose como una de las mayores canalizaciones de este tipo la del ingenio azucarero de Tenago, en México, cuyas conducciones entrelazadas llegaron a alcanzar 37 km de longitud.

Bibliografía haciendas coloniales

La formación de la hacienda en la época colonial. El uso de la tierra y el agua. Autora: Gisela Von Wobeser. Universidad Nacional Autónoma de México.

Haciendas de México. Autor: Ricardo Ramón Garcini. Fomento Cultural Benamex.

El rancho de Xico. Un lugar poco conocido del Marquesado del Valle 1529-1800. Autora: Sofía Torres Jiménez. Universidad Autónoma de México.

Por los senderos del tiempo. Los orígenes de Xico. Autor: Genaro Amaro Altamirano. Colección Cuadernos de Historia del Valle de Xico. Museo Comunitario del Valle de Xico. (México)

La hacienda de Xico y la desecación del Lago de Chalco. Autor: Genaro Amaro Altamirano. Colección Cuadernos de Historia del Valle de Xico. Museo Comunitario del Valle de Xico. (México)

Una hacienda de los jesuitas en el México colonial: Santa Lucía 1576-1767. Autor: Herman W. Konrad. Fondo de Cultura Económica. México.

Las haciendas de los jesuitas en el Nuevo Reino de Granada: siglo XVIII. Autor: Germán Colmenares. Bogotá Universidad Nacional.

La hacienda en el Perú: historia y leyenda. Autor: Carlos Garayar. Lima. Banco Latino

El corazón de la hacienda

Por regla general el núcleo de cada complejo estaba formado por varios edificios de muros encalados de tapial o ladrillo y cubierta a dos aguas construidos en torno a sendos patios cuadrangulares interconectados. Alrededor del principal, al que se accedía a través de imponentes portones, se situaban los habitáculos del entramado fabril, las viviendas de los trabajadores, las escuelas de sus hijos y la iglesia, mientras que circundando un segundo patio se levantaban las construcciones agrícolaganaderas y el comedor de los jornaleros.

La casa del hacendado también formaba parte de este entramado, que reprodujo en la América colonial el diseño de las haciendas andaluzas, destacando sobremanera del resto de los edificios por su amplitud y por el empleo de mejores materiales de construcción. Rodeada de exuberante vegetación, contaba con una o dos

Amalavida.tv.

plantas abiertas a un patio interior circundado por amplios corredores con arcos que daban acceso a las dependencias de la familia. Artísticas fuentes y esculturas presidían este recinto ajardinado que además de proveer de luz y ventilación a las habitaciones era el corazón de la vida familiar y social del hacendado. Desde finales del siglo XVIII las casas patronales de México, Chile y Ecuador eclipsaron a las residencias del resto de las provincias americanas por sus pretensiones palaciegas. Acordes con el grado de riqueza alcanzado por sus propietarios se ampliaron para acoger salas de juego, bibliotecas, baños, teatros, salones de baile, observatorios…, y se embellecieron con los elementos arquitectónicos y ornamentales de los estilos barroco, churrigueresco, neoclásico, ecléctico y del *art nouveau*, que se establecieron en América gracias a la labor de arquitectos españoles y criollos, sin restar protagonismo a la pericia de los maestros de obra capaces de reproducir los modelos de viviendas de las litografías que llegaban a sus manos. Los hacendados más opulentos incorporaron a sus viviendas los avances tecnológicos de cada momento: luz eléctrica, agua corriente, teléfono…, y algunos de ellos como Íñigo Noriega Laso, propietario en el siglo XIX de 9 haciendas en México que acaparaban casi la mitad de su territorio, conectó cada una de ellas con su propia red ferroviaria que se prolongaba hasta las ciudades de México y Puebla.

El colapso del sistema colonial y la revolución mexicana de 1910 causaron la ruina de numerosas haciendas. Fueron muchas las que se fragmentaron convirtiéndose en minifundios, otras albergaron los cuarteles generales de revolucionarios como Emiliano Zapata y Pancho Villa, mientras en algunas otras del resto del continente se instalaron presidentes como el ecuatoriano Gala Plaza Lasso o Augusto Pinochet. Tan convulsa historia no ha impedido sin embargo que buen número de ellas sigan en manos de los descendientes de sus fundadores y que otras tantas se hayan restaurado como hoteles de lujo y museos o hayan recibido el título de monumento nacional guardando para la posteridad el fruto de aquellos que creyeron hacer lo mejor para el desarrollo de aquellos lugares de promisión. ▮

Francisco-619

▶ *Patio de la hacienda Zuleta (Ecuador). Debajo, exhacienda de San Ildefonso Teya, en Mérida (México).*

2016

Mapa Oficial de Carreteras®

ESPAÑA

Incluye:

- *Cartografía (E. 1:300.000 y 1:1.000.000)*
- *DVD interactivo actualizable vía web (windows 7 o superior)*
- *Caminos de Santiago en España*
- *Alojamientos rurales*
- *Guía de playas de España*
- *Puntos kilométricos*
- *Índice de 20.000 poblaciones*
- *Mapas de Portugal, Marruecos y Francia*

También en el DVD:

1100 Espacios Naturales Protegidos
152 Rutas Turísticas
116 Vías Verdes

Edición 51
P.V.P.: 22,74€

Centro virtual de publicaciones
Librería virtual y descarga de publicaciones oficiales

www.fomento.gob.es

Isla de Tabarca, fortaleza ilustrada y reserva marina

La otra isla del tesoro

▶ *Tabarca es una de las islas habitadas más pequeñas del Mediterráneo.*

Texto y fotos: Mariano Serrano Pascual

Solo la separan doce millas de la ciudad de Alicante; era conocida por griegos y romanos, y fue refugio de piratas. Pero la isla de Nueva Tabarca no estuvo habitada de forma permanente hasta 1770, después de que Carlos III decidiera crear allí un poblado para asentar a trescientos cautivos de origen genovés procedentes de la isla tunecina de Tabarka. Declarada Conjunto Histórico-Artístico y Reserva Marina, hoy apenas viven en la isla en invierno medio centenar de personas, pero en verano es asediada por miles de visitantes.

En pleno verano, el muelle de Levante del puerto de Santa Pola más parece mercadillo que puerto: de proa al muelle se alinean seis o siete embarcaciones con destino a Tabarca, desde pequeñas lanchas rápidas hasta barcos con capacidad para doscientas personas; frente a los barcos, otras tantas casetas donde se ubican las taquillas, y junto a estas, e incluso desde la cubierta de los mismos barcos, algún miembro de la tripulación u otro trabajador de cada una de las empresas vocea las bondades de su compañía y de su embarcación –rapidez, visión submarina– tratando de atraer a las decenas de turistas que se agolpan en el muelle.

Desde Santa Pola, el puerto más cercano a la isla, a poco más de cuatro millas, salen a diario una veintena de servicios regulares, además de varios chárter, así co-

Puerta de la Trancada o de San Miguel, entrada desde el oeste a la ciudadela levantada en 1769 según el proyecto del ingeniero militar Fernando Méndez de Ras.

mo lanchas-taxi que ponen a disposición de sus clientes algunos restaurantes y hoteles de la isla. Desde Alicante, ciudad a la que pertenece administrativamente Tabarca como partida rural, también salen numerosos barcos. Y a todo ello han de sumarse, también en verano, los que parten de otras localidades como Torrevieja, Benidorm, El Campello... Muy atrás quedan los tiempos, hasta los años 70 del siglo XX, en que Tabarca solo estaba comunicada con la Península por el barco-correo de Alicante, dos días a la semana; tiempos en que los tabarquinos confiaban en el turismo como un maná que detuviera la ruina de sus casas y edificios públicos y la fuga imparable de sus habitantes, y en los que todavía se veía con recelo la declaración de toda la isla como Conjunto Histórico-Artístico en 1964, con las consiguientes limitaciones para su desarrollo. La electricidad no llegó hasta los 60, primero gracias a grupos electrógenos, después por una central solar fotovoltaica y, ya a finales de siglo, a través de una canalización desde la Península. Y lo mismo ocurrió con el agua corriente, que solo llegó, también por medio de una tubería submarina, a mediados de los 80. Antes el agua se llevaba en buques cisterna y se almacenaba en varios aljibes, algunos de los cuales todavía están en pie.

El esperado turismo acabó apareciendo –aunque solo en verano y sobre todo para pasar el día o una estancia muy breve–, y es hoy su única fuente de ingresos. Y la declaración como Conjunto Histórico-Artístico obligó a la rehabilitación de todo su patrimonio, ya en los años 80, lo que permitió crear una mínima infraestructura de alojamientos. Con todo, la población no dejó de menguar, hasta llegar al medio centenar escaso de personas que en la actualidad habita en la isla todo el año.

De Planesia a Nueva Tabarca

"La isla de los nombres perdidos", la llamó el periodista Cerdán Tato. Para los romanos fue Planaria, y se piensa que es la misma que Estrabón denominó Planesia, aunque el escritor griego la sitúa junto a otra, Plumbaria, que no ha sido posible identificar. Además, a pesar de la similitud fonética, la palabra griega planesia no significa isla plana sino isla "engañosa", "traicionera", o también "errante", tal vez por estar mal situada en los mapas y resultar peligrosa para la navegación, algo que, por otro lado, en efecto ocurre con Tabarca, pues está rodeada de escollos y farallones que apenas sobresalen de la superficie. Los árabes la llamaron igual que los romanos, Plana, y durante la Edad Media recibió el nombre de isla de San Pablo, que se debería, según unos, a una tradición que sitúa en estas costas el desembarco del apóstol, y según otros, debido a los humedales (*palus*, "laguna" en latín) que salpican los actuales términos municipales de Santa Pola (con la misma etimología), Elche y el sur del de Alicante.

Que numerosos pueblos pasaron por ella lo atestiguan los pecios y restos de artes de pesca de todas las épocas que se han encontrado en sus aguas. Y es seguro que los piratas berberiscos la utilizaron como base de operaciones de sus correrías. De ahí la idea, que se remonta al menos al siglo XV, de fortificar la isla, proyecto que no se llegó a acometer. Con todo, la historia de esta "suave y solitaria giba de tierra colocada en el luminoso Mediterráneo", como la definió el escritor Castillo-Puche, no comienza hasta la segunda mitad del siglo XVIII, pudiéndose enmarcar en el plan de colonizaciones de lugares deshabitados emprendido por los gobiernos ilustrados de Carlos III, y que suponía al mismo

Restos de la muralla sobre la cueva del Llop Marí, y debajo, uno de los aljibes originales de la ciudadela.

tiempo la creación de enclaves-servicio, asentamientos, de nuevo trazado o junto a localidades ya existentes, que sirvieran a fines militares, como La Carraca en Cádiz, o industriales, como es el caso de Nuevo Baztán en Madrid o varios pueblos mineros de Sierra Morena.

No obstante, el espaldarazo definitivo para el poblamiento de la isla provino de un hecho al margen de estos planes. En el año 1768, a instancia de la Orden de los Mercedarios, Carlos III acordó la redención de 300 personas que estaban cautivas en Argel y que, en su mayor parte, procedían de la isla de Tabarka, junto a la costa occidental del actual Túnez (tan próxima a la costa que hoy está unida al continente). Tabarka era bastante codiciada por la abundancia de coral en sus aguas, cuyo monopolio de explotación venían ejerciendo desde el siglo XV familias de la República de Génova, de donde procedían sus habitantes. En 1741 el bey de Túnez ocupa la isla y esclaviza a los tabarkinos, que después, cuando la isla pasa a manos argelinas, son enviados a Argel, de donde serán rescatados por la Corona española. En marzo de 1769 los cautivos desembarcaron en Cartagena y fueron acogidos en el convento que la orden redentora tenía en Alicante. Para su establecimiento definitivo, el Consejo de Castilla, presidido por el conde de Aranda, acuerda la construcción de un poblado en la cercana isla de San Pablo, por tener similares características a la isla de origen de los redimidos. De paso, además de hogar de sus nuevos habitantes, serviría, convenientemente fortificada, para vigilancia y defensa de esa zona de la costa.

Las obras las dirigirá el ingeniero militar Fernando Méndez de Ras, que erige en la parte occidental de la isla un centenar de casas, una iglesia, una casa para el gobernador y un pequeño muelle, y rodea el poblado de una muralla con tres puertas y baluartes. Los habitantes –a los que como a otros colonos se les exime de deberes militares y de pagar impuestos– llegarán en la primavera de 1770 a su nuevo hogar, que será rebautizado como Nueva Tabarca. Los apellidos aún mayoritarios en la isla –Ruso, Fortepiani, Parodi, Torregrosa, Marcenaro, Chacopino (de Iacopino)– siguen dando fe de su antiguo origen italiano.

Un fuerte en el mar

A medida que uno se aproxima a la isla y se concretan sus formas, Tabarca va perdiendo ese aspecto de gran navío, un gigantesco portaviones en cuya popa el apiñado caserío, presidido por la iglesia, simulara el puente de mando, y, a proa, la desolada extensión del llamado Campo, interrumpida solo por las dos motas del torreón de San José y el faro, constituyera la pista de aterrizaje.

La posidonia, el tesoro de la isla

La isla de Nueva Tabarca fue declarada Reserva Marina en abril de 1986, la primera en obtener esa figura de protección en nuestro país, que en la actualidad cuenta con 10 espacios protegidos de este tipo. La reserva abarca una superficie de 1.754 ha entre aguas interiores y exteriores, destacándose una zona de reserva integral o de máxima protección, de 100 ha, situada en el bajo de La Llosa, frente a la parte más oriental de la isla, zona en la que está prohibida cualquier actividad pesquera o subacuática salvo con fines científicos. En el resto de la reserva se permite la pesca artesanal y el submarinismo, pero ateniéndose a determinados cupos de embarcaciones e inmersiones, que dependen de las fechas y zonas.

La reserva se creó con el objetivo no solo de proteger la flora y la fauna, sino también para la regeneración y desarrollo de recursos pesqueros sostenibles por medios artesanales, como el curricán de superficie o la moruna, empleados tradicionalmente por los pescadores de la isla. La declaración ha permitido el aumento de poblaciones de especies como el mero, dentón, barracuda, atún, salmonete, chirrete, dorada o cigarra de mar, entre otras. El principal valor lo constituye la pradera de posidonia (Posidonia oceánica)*, un alga endémica del Mediterráneo que sirve de refugio a muchas especies y resulta fundamental en el equilibrio ecológico, ya que, además de liberar grandes cantidades de oxígeno, permite la consolidación del fondo marino evitando la erosión. La pradera de posidonia, uno de los más fiables bioindicadores de la calidad del agua, en regresión en todo el Mediterráneo como consecuencia de la contaminación y la pesca de arrastre, ocupa el 80 por ciento del fondo de la isla de Nueva Tabarca.*

A pesar de la declaración de Reserva Marina, la salud de la isla no está exenta de riesgos, derivados sobre todo de la masiva afluencia de visitantes durante el verano –hasta 5.000 personas en un solo día– y del anclaje de numerosas embarcaciones de recreo sobre sus fondos de posidonia.

▶ *Vista del torreón de San José y, sobre estas líneas, el faro.*

Tabarca es en realidad un archipiélago, pues la isla principal –con una extensión de 30 ha, una longitud de 1.800 m y una anchura máxima de 450 m– está rodeada por islotes y escollos, entre los que destacan La Cantera al oeste, La Nao al este y La Galera, el Escull Roig y el Escull Negre al sur. Entre la punta Falcó, en el extremo oriental de la isla, y el islote de La Nao, a media milla, existe un rosario de islotes y farallones, los bajos de La Llosa, que hacen muy peligrosa la navegación por este canal –en la actualidad señalizado con una marca luminosa– en el que antaño se produjeron numerosos naufragios. Durante la Gran Guerra, varios vapores ingleses, acosados por los submarinos alemanes, se acercaron temerariamente a la isla en busca de refugio, acabando destrozados por estos rompientes.

La isla presenta dos partes diferenciadas: al oeste se encuentra la población, dentro del recinto amurallado, y al este se extiende el llamado Campo, separados ambos por una franja de tierra donde se encuentran, a cada lado, la playa principal y el puerto. El pueblo fue levantado siguiendo un trazado clásico de retícula ortogonal, con dos calles principales en sentido este-oeste que cruzan otra media docena de calles más estrechas, confluyendo la mayoría en la plaza principal, jalonada por cuatro aljibes. Hay otras dos plazas, la de la iglesia y la plaza de Carloforte, llamada así por la ciudad de la isla sarda de San Pietro, hermanada con Nueva Tabarca, adonde fue enviado otro grupo de redimidos de la Tabarka tunecina. Casi todas las casas, restauradas o

Las calles han conservado el trazado en retícula característico del período ilustrado.

levantadas de nuevo en los años 80 siguiendo su estilo original, son de planta baja o de una altura, muchas de ellas con patio. En la primera década de este siglo se construyó un conjunto de bungalós que el Tribunal Supremo declaró ilegal y que la Generalitat tiene previsto demoler. Los edificios principales son la casa del gobernador –que en la actualidad, completamente reconstruida ya que la original estaba en ruinas, alberga un hotel– y la iglesia de San Pedro y San Pablo, terminada en 1779, templo de estilo barroco de una sola nave. El proyecto original del ingeniero Méndez de Ras incluía también un castillo, que nunca llegó a construirse.

La edificación más destacable son las murallas que rodean la ciudad y que se elevan sobre la misma costa, siguiendo la forma de su perímetro y asentadas en algunos puntos sobre el acantilado. Son de sillería en el exterior y en parte conservan el adarve, el paseo de ronda y los baluartes, así como espacios abovedados interiores. La entrada al recinto se hacía por tres puertas: la de Levante o San Rafael, que comunica la ciudad con el Campo; la de San Miguel, al norte, que se abría al antiguo puerto, y la de la Trancada o de San Gabriel, al oeste, sobre pilastras toscanas en las que se lee la inscripción CAROLVS III HISPANIARUM REX FECIT EDIFICAVIT.

Como "monumento" natural debe destacarse en esta parte de la isla la cova del Llop Marí, al pie del lado sur de la muralla, una gran cavidad que además de fuente de leyendas fue uno de los últimos reductos de la foca monje en esta zona del Mediterráneo, hasta que a finales de los años 30 del siglo pasado los últimos ejemplares fueron capturados por pescadores de la isla, que veían en ellas una feroz competencia.

Con las murallas, el castillo (cuya construcción ni siquiera se inició) y la residencia del gobernador, Méndez de Ras pretendía hacer de Nueva Tabarca "un fuerte avanzado en la mar", como colofón de la línea de atalayas y fortines que protegía la costa levantina de los ataques del corso berberisco. Un proyecto militar, para una isla tan pequeña y con tan pocos recursos, que el propio Jorge Juan tachó de desmedido. Sobre todo porque en la segunda mitad del siglo XVIII las circunstancias políticas en el Mediterráneo cambiaron completamente, y los regentes del Imperio otomano en Argel y Túnez acabaron firmando un tratado por el que se comprometían a poner término a la piratería. Desde entonces la ciudad fortificada perdió su sentido. En 1789 se decide construir en mitad de la isla una torre (el torreón de San José) como sustituto más modesto de las ya inservibles murallas, tan costosas de mantener, que desde entonces quedan abandonadas. El gobierno de Fernando VII "regaló" las murallas y la casa del gobernador a los empobrecidos habitantes de la isla a cambio de encargarse de su mantenimiento, algo que evidentemente no pudieron cumplir. Poco después, en 1835, también se les retiraron las exenciones y privilegios que les había concedido Carlos III.

En 1850, incluso el torreón de San José deja de tener fines defensivos, convirtiéndose en prisión (más tarde de cuartel de la Guardia Civil), y el último gobernador militar y la guarnición dejan definitivamente la isla, perdiendo Nueva Tabarca su condición de plaza fuerte.

De isla olvidada a paraíso turístico

El abandono militar supuso también el comienzo del lento decaer de su población. Sin apenas recursos naturales propios, excepto la pesca de subsistencia, pero sin otros bienes de consumo, sin comercio, sin agua o leña –que solo llegaban en barco desde la Península siempre y cuando las condiciones del mar lo permitieran–, empezó el lento goteo de la emigración, que aún hoy, a pesar del turismo, no ha cesado. Desde práctica-

mente los inicios del poblamiento de la isla y el casi inmediato abandono de las instalaciones militares, las quejas de sus moradores fueron constantes, sintiéndose olvidados, dejados de la mano de Dios –y del gobierno– en una isla inhóspita, en la que se encontraban, según se dice en una de esas quejas elevadas a las autoridades, más cautivos que cuando penaban en Argel.

Tras el abandono de la guarnición en 1850 sobrevino un paulatino despoblamiento del que solo se recuperaría con el auge turístico

Todavía a mediados del siglo XIX podía decir Madoz en su Diccionario que el suelo de la isla –en el llamado Campo, que es la parte más extensa de Tabarca, al este del istmo que la separa de la ciudad– era fértil, y que en él se cultivaba "trigo, cebada, barrilla y toda clase de legumbres". Hace mucho que no se cultiva la tierra (hoy la vegetación del Campo consiste en chumberas y matorral, sobre todo espino blanco), pero aún se pueden ver las ruinas de una casa de labor. En el Campo se levanta también, además del ya citado torreón de San José (y el pequeño cementerio), otra edificación del mayor interés, el faro, construido en 1854 por Agustín Elcoro Berocíbar. En 1867 se convirtió en Escuela Práctica de Torreros. Ha sido rehabilitado en varias ocasiones y en la actualidad, al igual que ha ocurrido con otros faros, existe un proyecto para convertirlo en hotel.

Interior de la murallas y vista de una de las calas con la población al fondo.

En esta parte de la costa, entre los islotes de La Galera y La Nao, existió hasta 1960 una almadraba. Fue, sobre todo entre finales del siglo XIX y principios del XX, de las principales de la zona, y aunque no perteneció a los tabarquinos (era explotada por cofradías de pescadores y empresas de otras localidades), sin duda revitalizó la economía de la isla, que llegó a tener empadronados hacia 1920 más de un millar de habitantes.

Y es también en esta parte oriental, la más apartada de la ciudad, donde se encuentran las mejores calas, de aguas transparentes y tranquilas, ya que quedan protegidas por los islotes y arrecifes que las encierran, formando piscinas naturales de poca profundidad tapizadas de praderas de posidonia. Un cercano –y por ello frágil– paraíso.

El billete único combinado de tren y avión permite enlazar 80 destinos internacionales con capitales españolas

Todo en uno

Pepa Martín

Viajar en avión y conectar a través de tren con Córdoba, Málaga, Sevilla, Valladolid y Zaragoza, o hacer el recorrido inverso, es ya un hecho tras el acuerdo firmado entre Renfe e Iberia, que ha puesto en marcha un billete único que enlaza la red internacional de la aerolínea, así como de Iberia Express y Air Nostrum, con un buen número de capitales de provincia españolas a través de la alta velocidad.

Esta iniciativa, que simplifica todo el proceso de compra y emisión de documentos de viaje ya que se extiende en un único billete y con código compartido, entra en funcionamiento tras un programa piloto de un año. Durante este tiempo ha sido necesario realizar una inversión tecnológica importante, a lo que se añade la obtención por parte de Renfe de un código de operador International Air Transport Association (IATA) que ha permitido a la compañía incorporar a sus billetes ese código compartido para los trayectos de tren y de avión.

Los títulos de viaje se pueden adquirir de forma indistinta hasta con 12 meses de antelación en las webs de ambas compañías, además de en agencias de viaje de todo el mundo y en Serviberia, al igual que las tarjetas de embarque, que estarán disponibles 24 horas antes del viaje, lo que simplifica los trámites que tienen que realizar los clientes.

La atención postventa también se facilitará de forma indistinta en las oficinas de cualquiera de las dos compañías, y el pasajero quedará protegido tanto por Renfe como por Iberia en el supuesto de eventuales retrasos provocados por una incidencia en el tren o en el avión que impida al pasajero llegar a tiempo a su destino, al igual que ocurre en los vuelos con escalas.

Vera Nosti

La atención postventa se facilitará de forma indistinta por Iberia o por Renfe.

Con el billete único combinado se ofrece un servicio más integral y cómodo.

Hacia la intermodalidad

El nuevo billete combinado supone un importante avance en el objetivo que tiene Fomento por impulsar la intermodalidad: avión, tren de alta velocidad y cercanías, ya que el billete también incluye en el precio total el traslado al tren que conecta la T4 del aeropuerto de Madrid Adolfo Suárez con las estaciones de Chamartín o Atocha para viajar en AVE.

Con este acuerdo se da también un importante paso en la estrategia de comercialización de billetes de Renfe. "Intentamos captar clientes para el tren –asegura Pa-

Otras experiencias

Los billetes combinados no son nuevos en la oferta de Renfe, ya que antes de la puesta en marcha de esta iniciativa que permite enlazar tren con avión ya existían otras con las que los pasajeros pueden obtener descuentos para viajar en tren y barco entre la Península, las Islas Baleares, Ceuta o Tánger, o bien la que une distintas localidades españolas a las que llega el ferrocarril, con otras a las que el tren no llega a través del autobús.

En el combinado Renfe+Balearia se pueden adquirir los billetes siempre que exista un punto de enlace común entre los dos recorridos y obtener un beneficio de descuentos de hasta un 50 por ciento en el segundo medio de transporte utilizado. Para ello Renfe y Balearia proporcionan un código promocional cuando se adquiere un billete con destino u origen en Barcelona, Valencia o Algeciras, que son las estaciones de enlace con el barco, que se introduce en el momento de la compra de la segunda modalidad de transporte para disfrutar de la rebaja. Como condición ambos viajes deben ser de ida y vuelta, y el tiempo para utilizar ambos medios no puede exceder de los dos días.

Respecto a la solución integral de tren y autobús, se pueden adquirir en el canal de venta online de Renfe, en las taquillas de estaciones, agencias de viajes, oficina de venta de Ceuta, venta telefónica y agencias virtuales para combinar con determinados trayectos que realizan las empresas Alsa, Avanza, Baile, Teisa y Monbus. Como condición, si el billete es de ida y vuelta, entre ambos viajes no pueden transcurrir más de 90 días, y en el caso de que se pierda el enlace oficial se garantizará al cliente la llegada a destino por los medios alternativos que se establezcan.

Alsa une Madrid y Barcelona con Denia y Jávea, con transbordo en Valencia, Madrid con Andorra en ambos sentidos con transbordo en Lleida-Pirineus, y Madrid-Chamartín con Roquetas y con Aguadulce cambiando el medio de transporte en Almería.

Con Avanza quedan unidos destinos como Madrid con Marbella y Estepona haciendo transbordo en Málaga, con el Pirineo Aragonés haciendo transbordo en Zaragoza y en autobús a Barbastro, Graus y Benasque, a Biescas, Panticosa y Formigal con transbordo en Huesca, y a Jaca, Candanchú y Astún bajando en Zaragoza o Huesca, así como con Sabiñánigo.

El billete combinado con Baile une destinos tan diversos como Cantabria, Asturias, Galicia, Cataluña y Madrid y, haciendo transbordo en Alicante, con L'Altet, Los Arenales y Santa Pola; Teisa une Madrid y Barcelona con Figueres, y con Monbus quedan enlazadas Sansenxo, O Grove, Cangas y Bueu con Madrid y Barcelona, y Fisterra y Muros con Madrid.

blo Vázquez, presidente de la operadora– en nuevos segmentos de mercado en base a la intermodalidad, integrando en un solo título diferentes modos de transporte".

En lo que respecta a Iberia, según su presidente ejecutivo Luis Gallego, "se trata de una nueva fase en nuestro objetivo de facilitar a nuestros clientes más alternativas para viajar, y conectar con nuestra red internacional de forma cómoda, sencilla y con la mejor atención a lo largo de todo su viaje".

.\ Billete único

Se ofrece así un producto más integrado y cómodo para los pasajeros que necesitan combinar el tren y el avión, que podrán adquirir tanto a través de renfe.com, iberia.com, Servilberia o a través de agencias de viajes. Tras el proceso de compra se obtiene un billete único combinado que se compone de tres documentos: uno en el que figuran los datos personales del viajero, el número de pasaje y el código de reserva, otro con los datos de los billetes de tren y vuelo, y un tercero con el extracto de las condiciones del viaje.

Para poder viajar en cada uno de los medios de transporte hay que formalizar la tarjeta de embarque, en el caso del avión, el billete de tren de alta velocidad, y el billete de tren de cercanías, que enlazan Atocha o Chamartín con la T4 del aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas a través de la línea C1 previa emisión de un billete combinado cercanías.

El billete combinado supone un paso más hacia la intermodalidad.

Tanto en las estaciones ferroviarias como en el aeropuerto de Madrid se ha incorporado una nueva señalización con pantallas informativas sobre los horarios de salida de aviones y trenes, así como un itinerario especializado para los viajeros con destino a Barajas mediante un encaminamiento visual basado en la instalación de vinilos en el suelo de la estación formado un "carril aeropuerto". ▮

Nace LafargeHolcim

Con una posición equilibrada en más de 90 países, LafargeHolcim trabaja para crear nuevos estándares y transformar el sector de los materiales de construcción mediante una aproximación sostenible, un profundo conocimiento de sus clientes y un desempeño de primer nivel a través de su amplia gama de productos de valor añadido, servicios innovadores y soluciones de construcción integrales. LafargeHolcim, un nuevo líder para un mundo nuevo.

Para más información, visite www.lafargeholcim.com

LafargeHolcim

ferrovial agroman

Crecimiento basado en la Innovación

Ferrovial Agroman ha tenido un papel destacado en la ejecución del tramo de alta velocidad Valladolid-Venta de Baños-Palencia-León, llevando a cabo la construcción de tres proyectos:

En el ***tramo Valladolid-Burgos. Subtramo: Cabezón De Pisuerga-San Martín de Valvení,*** donde ha ejecutado el tramo de plataforma de 3,52 km para doble vía de ancho internacional, el Túnel de Peña Rayada de 2 km de longitud y 85 m^2 de sección.

La ***Estación de Valladolid Campo Grande-Nudo Norte de Valladolid. Fase I.*** Proyecto en la línea Madrid-Hendaya, en los términos municipales de Valladolid, Santovenia de Pisuerga y Cabezón de Pisuerga. Construcción de la Estación de Tres Hermanos (Valladolid).

Por último en el ***tramo Valladolid-Palencia*** cabe destacar el Montaje de nueva Vía de ancho UIC de 34.722 m de longitud, en sección de vía doble, y dos ramales en vía sencilla que suman 6.531 m en el Nudo de Venta de Baños.

ferrovial agroman

Centro virtual de publicaciones del Ministerio de Fomento:
www.fomento.gob.es

Catálogo de publicaciones de la Administración General del Estado:
http://publicacionesoficiales.boe.es

Título de la obra: Revista del Ministerio de Fomento nº 655, noviembre 2015

Autor: Ministerio de Fomento, Secretaría General Técnica, Centro de Publicaciones

Año de edición: 2015

Características Edición:
1ª edición electrónica: diciembre 2015
Adobe Acrobat:
Formato: PDF
Tamaño: 10,37 MB

Edita:
© Ministerio de Fomento
Secretaría General Técnica
Centro de Publicaciones

NIPO: 161-15-006-6

I.S.S.N.: 1577-4929
P.V.P. (IVA Incluido): 1,50€

Aviso Legal: Todos los derechos reservados.Esta publicación no podrá ser reproducida ni en todo, ni en parte, ni transmitida por sistema de recuperación de información en ninguna forma ni en ningún medio, sea mecánico, fotoquímico, electrónico o cualquier otro.

Revista del Ministerio de

Fomento

Diciembre 2015 Nº 656 3€

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

La autovía del Cantábrico completa sus 525 km de recorrido

El arco del viaducto de Almonte, récord mundial de luz

Abierto al tráfico el tramo Linares-Ibros de la A-32

Nueva torre de control del aeropuerto de Sabadell

VIADUCTO SOBRE EL RÍO ALMONTE

RÉCORD MUNDIAL EN PUENTES ARCO FERROVIARIOS DE ALTA VELOCIDAD, CON UN ARCO DE 384 METROS DE LUZ

ASISTENCIA, CONTROL Y VIGILANCIA DE LAS OBRAS
REDACCIÓN DEL PROYECTO CONSTRUCTIVO
REDACCIÓN DEL PROYECTO BÁSICO

idom
www.idom.com

Arenas & Asociados
www.arenasing.com

Contenido

Director de la Revista: Antonio Recuero.

Jefe de Redacción: Mariano Serrano.
Maquetación: Aurelio García.
Secretaria de redacción: Ana Herráiz.
Archivo fotográfico: Vera Nosti.
Portada: DCE Cantabria.
Elaboración página web: www.fomento.gob.es/publicaciones. Concepción Tejedor.
Suscripciones: 91 597 72 61 (Esmeralda Rojo Mateos).
Colaboran en este número:, Pepa Martín, Javier R. Ventosa y Julia Sola Landero.
Comité de redacción: Presidencia: Mario Garcés Sanagustín *(Subsecretario de Fomento).*
Vicepresidencia: Eugenio López Álvarez *(Secretario General Técnico).*
Vocales:, *Luis Izquierdo Labella (Director de Comunicación),* Pilar Garrido Sánchez *(Directora del Gabinete de la Secretaría de Estado de Infraestructuras, Transporte y Vivienda),* Eloísa Contín Trillo-Figueroa *(Jefa del Gabinete del Subsecretario),* Mónica Marín Díaz *(Directora del Gabinete Técnico de la Secretaría General de Infraestructuras),* Mª José Rallo del Olmo *(Jefa del Gabinete Técnico de la Secretaría General de Transportes),* Pedro Guillén Marina *(Director del Centro de Publicaciones)* y Antonio Recuero *(Director de la Revista).*
Dirección: Nuevos Ministerios. Paseo de la Castellana, 67. 28071 Madrid.
Teléf.: 915 978 084. Fax: 915 978 470.
Redacción: Teléf.: 915 977 264 / 65.
E-mail: cpublic@fomento.es
Impresión y publicidad: Comunicación y Diseño.
C/ O'Donnell, 18, 5º H 28009 Madrid.
Teléf.: 91 432 43 18. Fax 91 432 43 19.
E-mail: revistafomento@cydiseno.com
www.cydiseno.com
Dep. Legal: M-666-1958. ISSN: 1577-4589.
NIPO: 161-15-005-0

Edita:
Centro de Publicaciones.
Secretaría General Técnica
MINISTERIO DE FOMENTO

Esta publicación no se hace necesariamente solidaria con las opiniones expresadas en las colaboraciones firmadas

Esta revista se imprime en papel con un 60% de fibra reciclada postconsumo y un 40% de fibras vírgenes FSC.

CARRETERAS

02

Vertebración cantábrica.

Concluida la autovía A-8 tras la apertura del itinerario Solares-Torrelavega.

FERROCARRIL

12

Récord de luz.

Concluido el arco del viaducto de Almonte en la LAV Madrid-Extremadura.

CARRETERAS

20

Al sur de Sierra Morena.

En servicio el tercer tramo de la autovía Linares-Albacete (A-32) en Jaén.

PUERTOS

26

Luz pionera.

El puerto de Valencia cuenta con el primer faro de composites en celosía del mundo.

32. Un histórico, de estreno.
Nueva torre de control del aeropuerto de Sabadell.

38. Un solo texto.
Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana.

44. Vía a las cumbres.
El ferrocarril eléctrico del Guadarrama, camino del centenario.

50. Paseo por la historia del tren.
Museo Ferroviario de Alcázar de San Juan.

54. Nuevas formas.
Architectus omnibus?, en la Sala de las Arquerías del Ministerio de Fomento.

58. Índice de la revista 2015.

Concluida la autovía A-8 tras la apertura del itinerario Solares-Torrelavega

Vertebración cantábrica

Javier R. Ventosa. Fotos: DCE Cantabria

El viejo sueño de recorrer la cornisa cantábrica mediante una vía de alta capacidad es una realidad desde el pasado 24 de octubre, fecha de entrada en servicio de los dos últimos tramos de la autovía del Cantábrico (A-8) en Cantabria. La apertura de estos 28 kilómetros culmina una de las grandes obras de la ingeniería española, construida a lo largo de casi tres décadas, y cumple con una de las prioridades del Ministerio de Fomento en materia de carreteras. Hoy, la A-8 es el gran eje vertebrador de las cuatro comunidades bañadas por el mar Cantábrico y su principal conexión con la red de alta capacidad europea.

El viaducto de La Llama (1.005 metros) es el más largo de la A-8 en Cantabria.

La puesta en servicio de los tramos Solares-La Encina y La Encina-Torrelavega cierra el itinerario de la autovía A-8 en Cantabria, y con ello el recorrido de 525 kilómetros de este gran eje viario de alta capacidad que, con origen en Basauri (Bilbao) y final en Baamonde (Lugo), vertebra las comunidades autónomas del País Vasco, Cantabria, Asturias y Galicia. Esta autovía, además, conforma la parte central del corredor de altas prestaciones que comunica toda la cornisa cantábrica desde A Coruña hasta Irún (el denominado E-70 en la nomenclatura europea, de más de 700 kilómetros, completado en sus extremos por la autovía A-6 al oeste y la autopista AP-8 al este) y enlaza con la red de autopistas europea.

La construcción de la A-8 ha sido uno de los grandes retos para la ingeniería española y una prioridad en materia de carreteras para el Ministerio de Fomento, que ha destinado importantes recursos para su finalización. Sus orígenes son la autopista Bilbao-Behobia (AP-8) y el tramo Gijón-Avilés de la Y asturiana, finalizados en los años 70, a partir de los cuales la autovía se ha ido articulando en fases sucesivas. A mediados de los 90 se culminó el sector oriental cántabro y con él la conexión Santander-Bilbao. Ya con el nuevo siglo comenzó la progresión de la A-8 hacia el oeste, con la entrada en servicio del sector occidental en Cantabria y el desarrollo de los nuevos trazados en Asturias (2000-2015) y Galicia (2004-2014), hasta cerrar el itinerario en octubre pasado con los tramos que faltaban en Cantabria.

A medida que se han abierto tramos, la autovía del Cantábrico ha ido relevando como eje de comunicaciones este-oeste a la carretera nacional N-634 (San Sebastián-Santiago de Compostela) –y a la N-632 (Ribadesella-Canero) en la parte central de Asturias–, de parámetros anticuados, sinuosa, con travesías urbanas y retenciones frecuentes en varios puntos, cuya capacidad resultaba insuficiente para canalizar de forma fluida el importante tráfico de personas y mercancías que se desarrolla en el corredor cantábrico. Esta carretera mantiene una función vertebradora, aunque destinada a tráficos más locales.

.\ Beneficios en Cantabria

La apertura al tráfico de los últimos 28 kilómetros de la A-8 en Cantabria –"una cuestión de justicia social para que todos los territorios tengan autovías del siglo XXI", en palabras de la ministra de Fomento– ha significado importantes beneficios para la movilidad en la zona central de esta comunidad. Los casi 13.000 vehículos diarios (un 21% pesados) que anteriormente realizaban el viaje Solares-Torrelavega por la carretera N-634 lo hacen ahora por una infraestructura más se-

Paso superior en pérgola sobre el ferrocarril Palencia-Santander, cerca de Zurita.

▶ *Enlace remodelado de Zurita, con tipología de trébol parcial.*

gura y cómoda, con un ahorro estimado de 15 minutos. También se evita el tránsito por las travesías urbanas de Pámanes, Pomaluengo y otros núcleos menores, mejorando así la calidad del medio ambiente (menos ruido y contaminación) y la seguridad vial de sus vecinos.

Además, los nuevos tramos han captado los tráficos de largo recorrido que circulaban entre Bilbao y Asturias en un itinerario de alta capacidad en la parte central de Cantabria formado por el tramo Torrelavega-Santander de la autovía de la Meseta (A-67) y la autovía de acceso Este a Santander (S-10), que en la práctica implicaba dar un rodeo por el norte y acercarse a Santander a través de dos autovías de circulación muy densa. A partir de octubre, esos tráficos se han distribuido hacia el nuevo itinerario de la A-8, lo que ha reducido la presión circulatoria en ambas autovías, especialmente en el tramo Torrelavega-Santander de la A-67, uno de los de mayor intensidad de tráfico de la comunidad (más de 40.000 vehículos diarios).

.\ Presupuesto y características

El Ministerio de Fomento ha invertido 275,7 M€ en la puesta en servicio de ambos tramos. El tramo La Encina-Torrelavega ha requerido una inversión de 133,5 M€, correspondiendo 105,4 M€ al contrato de obras. Ha sido construido por la UTE La Encina (Acciona Infraestructuras e Izel Infraestructuras), con proyecto de Apia XXI y asistencia técnica primero de Proser y luego de Ofiteco. Por su parte, en el tramo Solares-La Encina se han invertido 142,2 M€, de los cuales 118,6 M€ corresponden a la obra. Este tramo ha sido ejecutado por FCC Construcción, con proyecto de Ayesa y asistencia técnica a cargo de Payma Cotas y posteriormente de Eptisa.

Ambos tramos comparten características geométricas, con radio mínimo de 650 metros en el tramo Solares-La Encina (700 metros en La Encina-Torrelavega) y pendiente máxima del 4,5% en el segundo tramo, así como de sección y firme. El tronco de autovía se compone de dos calzadas de 7 metros de anchura, con dos carriles de 3,5 metros cada una, arcenes exteriores de 2,50 metros, arcenes interiores de 1,0 metro y bermas de entre 1,0 y 1,5 metros, siendo la mediana de 10 metros de anchura. En cuanto al paquete de firme del tronco, dispuesto sobre explanada E3 y subbase de suelo cemento de 25 centímetros de grosor, se compone de 20 centímetros de mezclas bituminosas en caliente distribuidas en tres capas.

El trazado y los principales hitos de cada uno de los tramos se describe a continuación.

LA ENCINA-TORRELAVEGA

Este tramo discurre entre el este de Torrelavega y la localidad de La Encina, donde enlaza con el tramo contiguo de la A-8 La Encina-Solares. Son 14,5 kilómetros de autovía, primero en sentido sureste y a partir de Pomaluengo en sentido este, que discurren sucesivamente por los términos municipales de Torrelavega, Piélagos, Puente Viesgo, Castañeda y Santa María de Cayón.

El origen se sitúa una vez superado el enlace de Sierrapando (conexión entre las autovías A-8 y A-67). En sus primeros 1.500 metros el trazado se desarrolla junto a la N-634, en paralelo a la línea de ferrocarril Palencia-Santander, a la que salva mediante una pérgola. Luego acentúa su marcha hacia el sureste por el valle del río Pas y durante los siguientes 7 kilómetros se ha realizado un desdoblamiento de la N-634 por el sur, con algunos ajustes de trazado, así como la adaptación de los enlaces de Zurita, Vargas y Castañeda. En este tramo se salvan los ríos Pas y Pisueña mediante sendos viaductos.

Autovía del Cantábrico (A-8). Provincia de Cantabria

Tramo	Longitud (km)	Puesta en servicio
Sector oriental		
El Haya-Castro Urdiales (E)	8,5	Feb 1990
Castro Urdiales (E)-Castro Urdiales (O)	4,6	Feb 1992
Castro Urdiales (O)-Laredo	19,0	Mar 1995
Laredo-Treto	6,6	Mar 1993
Treto-Hoznayo	21,0	Mar 1995
Hoznayo-Solares (S-10)	9,3	Oct 1992
Sector central		
Solares-La Encina	13,3	Oct 2015
La Encina-Torrelavega (A-67)	14,5	Oct 2015
Sector occidental		
Sierrapando-Torres	4,9	Nov 2000
Torres-Cabezón de la Sal	12,0	Jun 1998
Cabezón de la Sal-Lamadrid	14,2	Abr 2002
Lamadrid-Unquera	15,8	Oct 2001

Enlace de La Penilla, con tipología de diamante con pesas, y cruce sobre el río Pisueña.

Entre los p.k. 8+400 y 9+800, el tramo, ahora en sentido este, abandona la carretera nacional y circunvala por el norte el núcleo de Pomaluengo mediante un nuevo trazado. Posteriormente se repone el trazado de la N-634 para permitir su paso bajo el tronco de la autovía hasta conectar con la N-634. También se salva el río Pisueña. Entre los p.k. 11+300 y 13+600 se ha aprovechado la variante de La Penilla como la calzada norte de la nueva autovía. En esta variante, que discurre por la vega del río Pisueña, se ha ejecutado el enlace de La Penilla. Tras salvar por tercera vez el Pisueña, el trazado se aleja de la N-634 por prescripción de la DIA (Declaración de Impacto Ambiental) hasta alcanzar La Encina, donde conecta con el tramo siguiente de la A-8.

A lo largo del trazado se han construido 26 estructuras: ocho viaductos, cinco pasos superiores, 13 pasos inferiores y de permeabilidad transversal, una pérgola y una galería para el desvío de las tuberías de abastecimiento de Santander. Los principales viaductos, con tipología de tablero hiperestático de tipo mixto y cimentación profunda, son los tres sobre el río Pisueña (124, 106 y 90 metros) y el que salva el río Pas (101 metros). La única pérgola (177 metros) se ha resuelto mediante un tablero de vigas prefabricadas doble T sobre las que se ha dispuesto una losa de hormigón.

Los pasos superiores se han resuelto mediante tablero de hormigón postesado, de canto constante o variable según la distribución de vanos, salvo el situado en el p.k. 0+670, una estructura de 68 metros que consta de un tablero metálico de 9,80 metros de ancho. Los pasos inferiores presentan una tipología diversa (marcos, bóveda o vigas prefabricadas doble T sobre las que se dispone losa de hormigón). Por último, los pasos de permeabilidad transversal (pasos inferiores que colaboran en el drenaje transversal de la plataforma) consisten en marcos de 8 metros de ancho y gálibo útil de 3,5 metros. En el apartado de drenaje transversal se han ejecutado 31 obras, en su mayoría marcos unicelulares prefabricados y caños de secciones de entre 1.500 y 2.000 milímetros.

El tramo incluye cuatro enlaces: Zurita (tipología de trébol parcial, ha incluido la remodelación de los ramales de la margen derecha para conectar con la nueva calzada; conecta con las carreteras autonómicas CA-234 Renedo-Zurita y CA-334 Zurita-Sierrapando); Vargas (tipología de diamante modificado en la margen derecha, ha requerido la construcción de un nuevo paso superior; enlaza con la N-623 de Burgos a Santander); Castañeda (tipología de trompeta incompleta, conecta con la antigua N-634), y La Penilla (con tipología de diamante con pesas, el paso superior ha sido desplazado para evitar problemas de desagüe; permite la conexión con la carretera CA-611 Argomilla-La Penilla). En Pomaluengo, además, se ha construido un semienlace. A lo largo del trazado también se han dispuesto nueve pasos de mediana.

En este tramo se han realizado tratamientos geotécnicos adicionales en varios puntos de la traza para corregir la inestabilidad en taludes de desmonte, con objeto de garantizar la seguridad durante la fases de construcción y explotación de la nueva infraestructura.

SOLARES-LA ENCINA

El segundo tramo se desarrolla entre La Encina y el enlace de Solares, donde conecta con las autovías A-8 y S-10. En total, son 13,3 kilómetros de longitud, de los que los 2,4 kilómetros finales están en servicio desde agosto de 2014. El trazado, que se desarrolla en sentido noreste, discurre por los términos municipales de Santa María de Cayón, Penagos, Liérganes y Medio Cudeyo.

El trazado comprende tres subtramos de características diversas, con velocidades de proyecto que oscilan entre 80 y 100 km/h. El primero, de unos 2,5 kilómetros de longitud, es una duplicación de la variante de

Sarón, que discurre al norte de esta localidad evitando la travesía urbana. Como hitos de este subtramo figuran un viaducto, dos pasos inferiores y un nuevo enlace.

Una vez cruzada la N-634 se inicia el segundo subtramo, consistente en un nuevo trazado de unos 8 kilómetros, en paralelo y al sur de la N-634, que finaliza en el enlace de San Vítores. Se evita con ello la travesía urbana por los núcleos de Penagos y Pámanes. Incluye las principales estructuras de todo el tramo, entre ellas tres viaductos, cuatro pasos inferiores y dos pasos superiores, que salvan, entre otras, las carreteras autonómicas CA-614 y CA-616, así como varios caminos.

En el tercer subtramo (enlace de San Vítores-enlace de Solares), en servicio desde hace más de un año, el trazado se aproxima de nuevo a la N-634 y se aprovecha esta carretera como una de las dos calzadas de la autovía, con ligeros ajustes de trazado. El proyecto ha incluido la construcción del enlace de San Vítores (conexión con la N-634 y acceso oeste a Solares) y la remodelación del enlace de Solares, donde finaliza el subtramo, así como tres nuevos pasos inferiores.

En total, en el tramo La Encina-Solares se han construido 20 estructuras: cuatro viaductos, nueve pasos inferiores y siete pasos superiores. Todos los viaductos comparten la misma tipología de tablero, construido a base de vigas prefabricadas tipo artesa con canto variable (1,70-2,10 metros), así como cimentación profunda y directa en algunos casos. Destaca por su longitud el viaducto de La Llama sobre un espacio a proteger, consistente en dos estructuras gemelas de 1.005 me-

Magnitudes de obra

	Solares-La Encina	La Encina-Torrelavega
Movimiento de tierras		
Excavación	4.040.053 m³	1.261.308 m³
Terraplén	2.167.632 m³	2.043.672 m³
Firmes		
Zahorra artificial	42.548 m³	58.507 m³
Suelo cemento	100.730 m³	112.275 m³
Mezclas bituminosas	157.291 t	255.477 t
Estructuras		
Hormigón	90.999 m³	49.583 m³
Acero corrugado	8.816.950 kg	6.134.169 kg
Pilotes hincados	34.677 ml	6.181 ml

Enlace de San Vítores, que conecta con la carretera nacional N-634.

tros de longitud (37,17 + 24 x 37,72 + 31,95 + 31,40) y 13,8 metros de anchura de tablero, que es el más largo de toda la A-8 en Cantabria. Los otros son los viaductos del arroyo Suscuaja (75 metros, en dos vanos), regato del Encinal (105 metro, en tres vanos) y Pámanes (277 metros, distribuidos en ocho vanos).

Los pasos inferiores (ocho de camino y uno de la carretera autonómica CA-614) tienen tipología de marco de hormigón realizado *in situ* (algunos son prolongaciones de obras ya existentes). Los pasos superiores (uno de camino, tres de enlace, otros dos sobre las carreteras CA-616 y CA-142 y uno más para ejecutar la vía colectora) se han construido con losas postesadas de dos vanos de 30 metros y canto variable. En el capítulo de drenaje transversal, se han ejecutado un total de 22 obras (marcos y tubos de diversas dimensiones). También se han construido 14 muros de contención en distintas partes del trazado.

Los nuevos tramos de la A-8 ahorran unos 15 minutos entre Solares y Torrelavega respecto al anterior recorrido por la carretera nacional

El tramo consta de tres enlaces: Solares, San Vítores (ambos en servicio desde agosto de 2014) y Penagos. Este último tiene tipología de diamante con glorieta superior y conecta con la carretera autonómica CA-142.

A lo largo del trazado se han realizado diversos tratamientos geotécnicos en laderas inestables y en terraplenes, mejorando la cimentación mediante muros de escollera, retaluzado, bermas de seguridad, contrafuertes drenantes, columnas de grava y rellenos de pedraplén, entre otros.

El gran eje de Cantabria

Eje longitudinal. *La A-8 es el gran eje este-oeste de Cantabria y su autovía más larga (141,5 km). Conecta las principales ciudades costeras y mejora las comunicaciones con Asturias y el País Vasco como parte de un gran corredor español y europeo. El cierre del sector central de la A-8 ha completado la red de gran capacidad en Cantabria, formada también por las autovías A-67, S-10, S-20 y S-30, y relega a la carretera N-634 a un segundo plano.*

Fases. *El desarrollo de la A-8 en Cantabria se ha completado en tres fases. A mediados de los años 90 se constituyó el sector oriental (66'6 km), uniendo Santander y Bilbao por autovía. La segunda fase entró en servicio a principios de siglo, con la apertura de los cuatro tramos (46,9 km) más cercanos a Asturias, aunque la conexión por autovía en esta comunidad no concluyó hasta 2014. Tras esta fase se configuró un itinerario de alta capacidad de lado a lado de Cantabria integrado por la A-8 en ambos extremos y otras tres autovías (A-67, S-30 y S-10) en la parte central. La tercera fase, que une los sectores occidental y oriental, es la que ha concluido en 2015.*

Construcción. *La A-8 en Cantabria discurre en paralelo al litoral marítimo a través de los valles que descienden desde la meseta, en un trazado interior en su parte central y costero en los extremos que sigue el corredor de la N-634. La autovía corta la red fluvial que recorre la región en sentido sur-norte hasta desembocar en el Cantábrico, lo que ha obligado a construir un gran número de estructuras. En total, el tramo cántabro incluye cerca de 200 estructuras, aunque de menor entidad que en otras comunidades. El viaducto más largo (1.005 metros) sobrevuela el paraje de La Llama, en Penagos. Los principales túneles son los de Islares (855 y 833 metros) y Torrelavega (600 metros).*

▶ *Vista del enlace de Penagos, de tipo diamante con glorieta superior, que conecta con la carretera autonómica CA-142.*

Medidas medioambientales

En ambos tramos se han adoptado medidas preventivas y correctoras del impacto de la autovía en el entorno durante las fases de construcción y explotación, de acuerdo a lo prescrito en la DIA. El presupuesto destinado a las medidas ambientales asciende a 6,71 M€.

En concreto, se han implementado medidas para garantizar la permeabilidad territorial del trazado, así como para la protección del sistema hidrológico, del ecosistema y la fauna (incluida la adecuación de los drenajes transversales para favorecer el paso de animales de pequeño tamaño), de los acuíferos y del patrimonio histórico-artístico y arqueológico (se han realizado prospecciones en el yacimiento de La Braña de los Pastores, del tramo Solares-La Encina). También se han instalado más de 29.000 m^2 de pantallas acústicas metálicas y de metacrilato en determinados puntos del trazado, en ambos tramos.

En el capítulo de recuperación ambiental e integración paisajística, las medidas correctoras han incluido la revegetación en taludes, enlaces y medianas, mediante el tratamiento de hidrosiembra sobre una superficie de 800.000 m^2, así como la plantación de 16.000 árboles y 58.000 arbustos.

Durante la ejecución del viaducto de La Llama, cuyo objeto es precisamente evitar daños ecológicos en la zona, se han implantado medidas de protección adicionales, entre ellas el uso de plataformas de trabajo elevadas, caminos de acceso con afirmado provisional sobre geotextiles antipunzonamiento (retirados una vez acabada la obra) y la posterior restitución de la vegetación con especies autóctonas, así como marcos de hormigón (igualmente retirados al término de los trabajos) para proteger el arroyo Saguales y pequeños cauces de agua. ▮

2016

Mapa Oficial de Carreteras®

ESPAÑA

Incluye:

- *Cartografía (E. 1:300.000 y 1:1.000.000)*
- *DVD interactivo actualizable vía web (windows 7 o superior)*
- *Caminos de Santiago en España*
- *Alojamientos rurales*
- *Guía de playas de España*
- *Puntos kilométricos*
- *Índice de 20.000 poblaciones*
- *Mapas de Portugal, Marruecos y Francia*

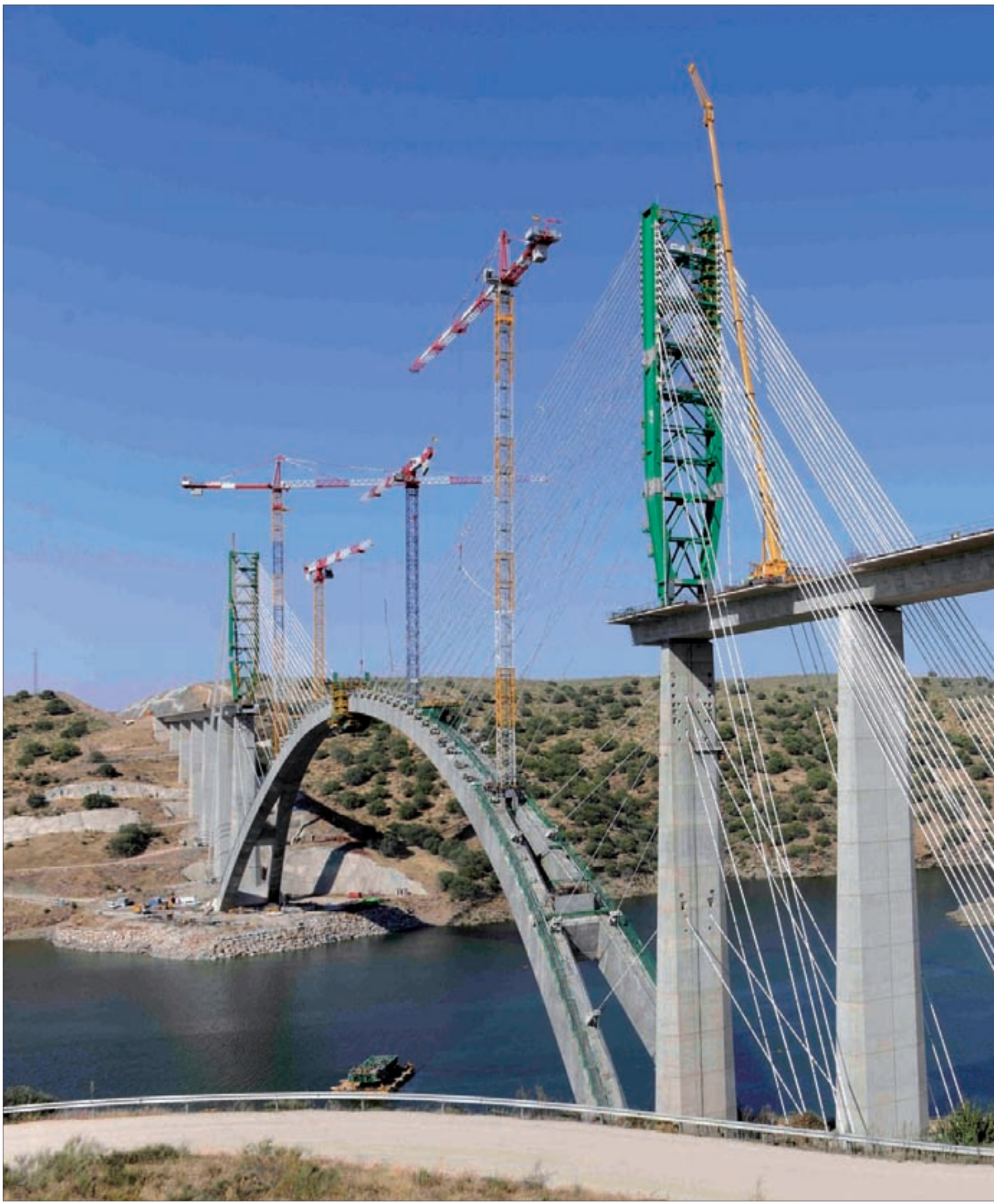
También en el DVD:

1100 Espacios Naturales Protegidos
152 Rutas Turísticas
116 Vías Verdes

Edicion 51
P.V.P.: 22,74€

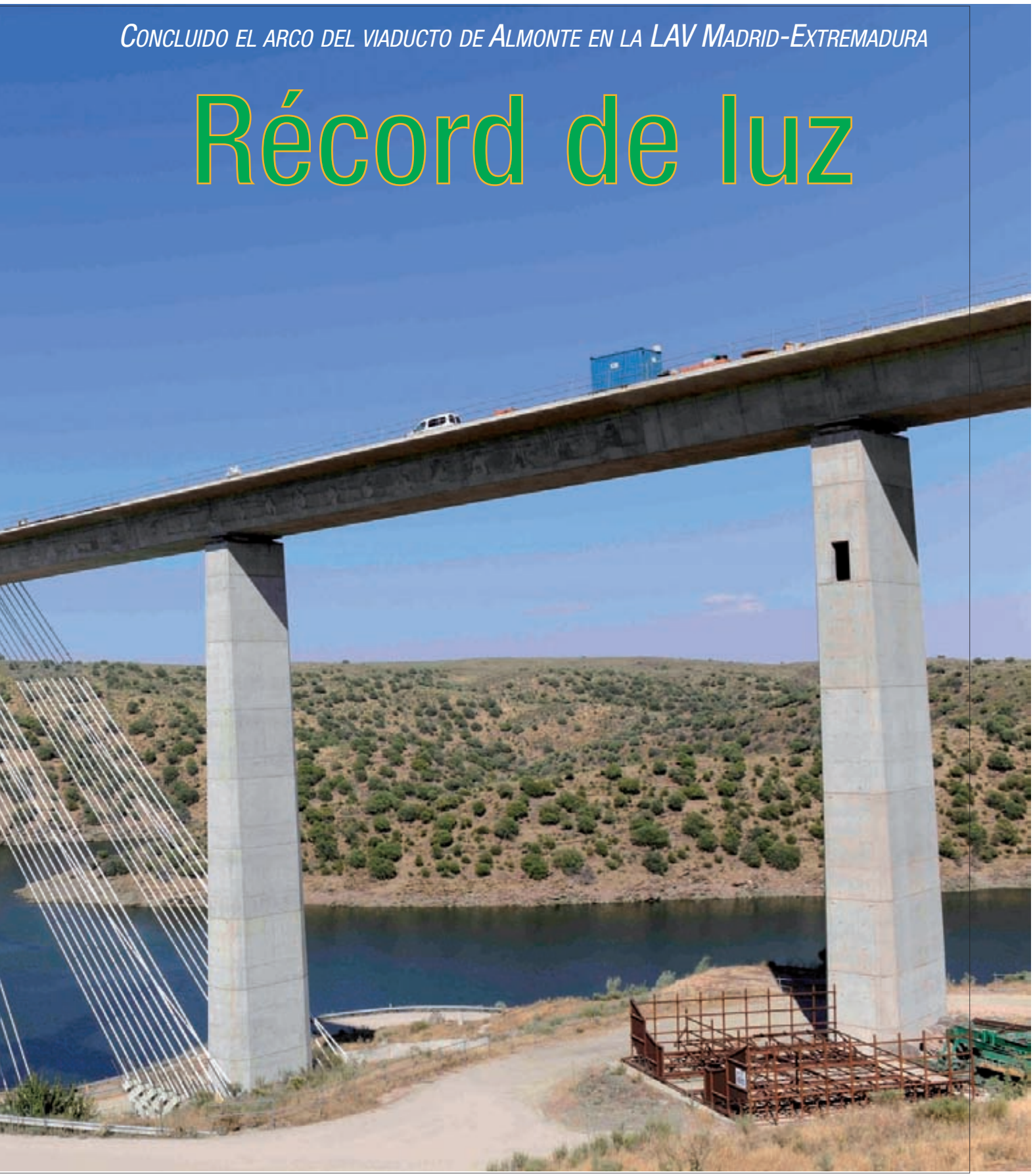
Centro virtual de publicaciones
Librería virtual y descarga de publicaciones oficiales

www.fomento.gob.es



Concluido el arco del viaducto de Almonte en la LAV Madrid-Extremadura

Récord de luz



Julia Sola Landero. Fotos: Adif

La ingeniería civil española ha vuelto a convertirse en referencia mundial por el imponente viaducto que se levanta en tierras cacereñas, un reto de la técnica que bate un nuevo récord de luz en viaductos ferroviarios. Se encuentra en el trazado de la Línea de Alta Velocidad (LAV) Madrid-Extremadura, actualmente en construcción: el viaducto de Almonte, de casi un kilómetro de longitud y un solo arco capaz de cruzar las aguas del río en su encuentro con el embalse de Alcántara, que en ese punto alcanzan una anchura de 350 metros.

Situado en el subtramo Embalse de Alcántara-Garrovillas, el impresionante viaducto se alza cerca de 100 metros sobre las aguas del río. Pero son sus 384 metros entre apoyos los que hacen de él el puente ferroviario de un solo arco con mayor luz principal del mundo, superando en 40 metros los 336 del viaducto Nanjung Dashegguan en la LAV Beijing-Shanghai.

El tercer puesto lo ocupará otra espectacular estructura de la misma LAV Madrid-Extremadura, el viaducto sobre el Tajo, también en el embalse de Alcántara, que con un arco de 324 metros de luz, desplazará a un cuarto puesto al puente alemán sobre el lago Froschgrundsee en la línea Nürnberg-Erfurt, con 270 metros de luz.

El de Almonte, en cuyo diseño han participado los estudios de ingeniería Arenas y Asociados e Idom y en cuya ejecución intervienen los servicios técnicos de FCC Construcción, será también el tercer mayor viaducto arco de hormigón sin distinción de tipo de tráfico, solo superado por el puente Wanxian en China, con 420 metros, y por el mayor de los dos puentes entre las islas de Sveti Marko y Krk en Croacia, con 390 metros. En cuanto a España, el viaducto de Almonte arrebatará el récord de luz al del embalse de Contreras, una infraestructura emblemática de la LAV Madrid-Valencia, que con sus 261 metros ha ostentado hasta ahora el título de mayor arco ferroviario de Europa.

Con sus 384 m entre apoyos y 996 m de longitud, el de Almonte se ha convertido en el viaducto ferroviario de mayor luz a nivel mundial

Vista del arco del viaducto, con una luz de 384 metros, la mayor del mundo para viaductos ferroviarios.

Los trabajos de construcción se han realizado simultáneamente desde ambas orillas.

Situación de los trabajos entre Plasencia y Badajoz

La conexión en alta velocidad de los principales núcleos urbanos extremeños avanza a un buen ritmo de ejecución. Así, a finales del pasado mes de septiembre, la situación era esta:

Plasencia-Cáceres (59 km):

- *Entre Plasencia y Grimaldo (16,8 km): obras de plataforma en ejecución (adjudicadas en 2014). Comprende los tramos Estación de Plasencia (plataforma), Estación de Plasencia-Arroyo de la Charca y Arroyo de la Charca-Grimaldo.*
- *Entre Grimaldo y Garrovillas (26 km): obras de plataforma muy avanzadas. Comprende de 4 subtramos: Grimaldo-Casas de Millán, Casas de Millán-Cañaveral, Cañaveral-Embalse de Alcántara (incluye el viaducto sobre el río Tajo) y Embalse de Alcántara-Garrovillas (incluye el viaducto sobre el río Almonte).*
- *Entre Garrovillas y Cáceres (14,3 km) las obras están finalizadas en los dos subtramos existentes: Garrovillas-Casar de Cáceres y Casar de Cáceres-Cáceres.*

Cáceres-Mérida (40,5 km):

- *Finalizadas las obras de plataforma entre Cáceres y Mérida (subtramos Cáceres-Aldea del Cano y Aldea del Cano-Mérida).*

Mérida-Badajoz (36 km):

- *Finalizadas las obras de plataforma (subtramos Mérida-Montijo y Montijo-Novelda del Guadiana).*

Superestructura

- *Adjudicadas las obras de conexión a las estaciones desde el nuevo tramo de alta velocidad Plasencia-Badajoz. Incluye la renovación de vía en las propias estaciones.*
- *Adjudicadas las obras de montaje de vía en los tramos ya finalizados Cáceres-Mérida y Mérida-Badajoz.*

La solución constructiva vino determinada por la imposibilidad de disponer apoyos en el embalse, lo que obligó a extender la luz del arco de orilla a orilla. Un reto técnico al que este puente le debe su tipología y la enorme luz de su arco principal, y que también es deudor de la necesidad de compatibilizar con estrictas exigencias de durabilidad y de mantenimiento.

.\ Un diseño sostenible

El diseño del puente también es producto de la ecuación viabilidad técnica-optimización de medios y costes. Firmado por el equipo Arenas y Asociados, autores también de los puentes de La Barqueta, el Tercer Milenio o Porta d'Europa de Barcelona, entre otros, en la elección del diseño pesó la voluntad de compatibilizar al máximo la estructura férrea con las condiciones del terreno. Se ha pretendido construir un viaducto sostenible y respetuoso con la naturaleza para preservar las condiciones de un paraje natural muy bien conservado, en el que la nueva estructura se inserta sin estridencias. Para proteger la variada fauna que busca cobijo en ese entorno natural rico en agua y otros recursos para la supervivencia –buitres leonados águilas perdiceras, alimoches o la cigüeña negra–, el proyecto ha incorporado al viaducto una pantalla de protección de aves: una solución

innovadora a base de perfiles tubulares verticales de acero que reduce la carga de viento sobre la estructura y mejora, por su transparencia, la integración estética del viaducto en el entorno.

El viaducto –996 metros de longitud– presenta 23 vanos distribuidos en tres zonas: siete vanos de acceso por el lado norte, con luces de 36 metros y un tablero continuo con sección cajón; una serie de ocho vanos de acceso por el lado sur con 36 metros de luz, y la parte central, constituida por el gran arco que sostiene el tablero y que vuela sobre el embalse de Alcántara.

Reto de la técnica

El arco construido en hormigón autocompactante de alta resistencia, 800 kg/cm^2, tiene una sección que se aleja de la clásica estructura plana para presentar una forma octogonal hueca en los 210 metros centrales, que se bifurca en dos pies por cada lado, hasta fijar la estructura sobre sus arranques: cuatro sólidos apoyos que

Trabajos de atirantamiento provisional en el tablero.

Las cimentaciones se han resuelto mediante grandes zapatas y pilas de sección octogonal.

La LAV Madrid-Extremadura, a buen ritmo

La Línea de Alta Velocidad Madrid-Extremadura mantiene un buen ritmo de ejecución. La ministra de Fomento, Ana Pastor, ha confirmado el compromiso del Ministerio de Fomento con la LAV durante la visita realizada este verano para supervisar el desarrollo de las obras en los viaductos sobre los ríos Almonte y Tajo.

La LAV Madrid-Extremadura permitirá comunicar Madrid y Badajoz en 3 horas y 35 minutos, y reducir los actuales tiempos de viaje entre ambas ciudades –con paradas en Talavera de la Reina y Cáceres– en 1 hora y 35 minutos. El viaje entre Madrid y Cáceres se podrá efectuar en 2 horas y 39 minutos, lo que supone un ahorro de 50 minutos. Madrid-Mérida se hará en 3 horas y 14 minutos, es decir, reduciendo en una hora y quince minutos el tiempo de viaje actual.

El trazado de la LAV se ha diseñado como doble vía de alta velocidad en ancho internacional (UIC) para tráfico mixto de viajeros y mercancías. Además de los dos imponentes viaductos sobre los ríos Almonte y Tajo, también se han proyectado otros tres de menores dimensiones; uno sobre el arroyo de Santa Ana, de 341 m, y otros dos sobre los arroyos de Villaluengo y Cagancha, de 431 m cada uno.

En cuanto al cruce de la calzada romana de la Vía de la Plata se ha resuelto mediante un túnel artificial de 160 m de longitud, proyectado en coordinación con la Dirección General de Patrimonio Cultural de la Junta de Extremadura.

Financiación europea

Durante esta legislatura, el Ministerio de Fomento ha invertido más de 880 millones de euros en la alta velocidad extremeña. El Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) cofinancia a través del Programa Operativo (P.O.) Cohesión-FEDER 2007-2013 y del P.O. de Extremadura 2007-2013, parte de las obras de plataforma, vía e instalaciones del tramo Talayuela-Cáceres-Mérida con unas ayudas estimadas de 155 y 214 millones de euros respectivamente.

Las Ayudas RTE-T 2007-2013 cofinancian los estudios y proyectos del tramo Talayuela-Frontera Portuguesa así como las obras de plataforma, vía e instalaciones del tramo Mérida-Badajoz-Frontera Portuguesa con una ayuda de 62,7 millones de euros.

Los trabajos se realizaron simultáneamente desde ambas orillas del embalse.

refuerzan la estabilidad en sentido transversal haciendo frente al empuje de los vientos y a las vibraciones producidas por el paso de los trenes de alta velocidad. Una técnica rigurosa e ineludible para una estructura con una luz de tales dimensiones.

Las cimentaciones de arco y de las pilas de vanos de acceso y de los estribos se han resuelto mediante grandes zapatas ancladas sobre firme rocoso, que reparten las elevadas cargas que soporta. En cuanto a los estribos, allí donde termina el tablero son de hormigón armado, cerrados con simples aletas en vuelta. Con respecto a las pilas, tanto las que se cimentan sobre el terreno como las que se apoyan en el arco, tienen sección octogonal que asegura un buen comportamiento frente al viento.

Los cálculos del proyecto han incluido un estudio aeroelástico en túnel de viento sobre modelos a escala, imprescindible en este tipo de estructuras de grandes luces, tanto en la fase de ejecución como en la de funcionamiento, lo que incluyó el estudio del comportamiento de los perfiles de tablero, pilas y arco así como la respuesta de la estructura ante diferentes velocidades y direcciones de viento.

.\ Proceso constructivo

Los trabajos de construcción, que comenzaron en marzo de 2011, ya están muy avanzados. Una vez que finalicen las obras de la plataforma, actualmente en curso, se iniciarán las tareas correspondientes a la superestructura, montaje de vía, señalización, telecomunicaciones, etc.

Los trabajos se realizan simultáneamente desde ambas orillas del embalse. La construcción del arco se ejecutó mediante un carro sobre el que el encofrado del arco va sujeto avanzando dovela a dovela, mientras se va instalando un sistema de torres de atirantamiento provisionales que sostienen el conjunto del arco y que es desmontado una vez armado este.

En cuanto al tablero, ejecutado *in situ*, se asienta sobre pilastras separadas 42 metros, lo que supone una

El viaducto tendrá una longitud de 996 metros, con un total de 23 vanos.

división de la luz en 9 intervalos. Tiene una sección con canto constante de 3,10 metros y una anchura de 14 metros que permite alojar a la plataforma de la doble vía de 10,10 metros de anchura más los dos paseos de 1,75 metros a ambos lados. Realizada también simultáneamente desde ambas márgenes del embalse, se ejecuta meditante el uso de autocimbras convencionales que se emplean desde cada uno de los estribos hacia el arco, y que funcionan como encofrados suspendidos que sostienen los vanos completos durante el proceso de endurecimiento del hormigón que otorga la forma y capacidad del tablero. La construcción del tablero se detiene al alcanzar la pila que descansa en la cimentación del arco, punto en donde hay que construir una torre de atirantamiento provisional de acero sobre dicha pila para levantar el arco mediante sucesivas dovelas.

Los medios auxiliares utilizados para su ejecución son dos torres metálicas de más de 50 metros de altura situadas sobre las pilas extremas del arco; un carro de hormigonado para cada semiarco; un sistema de tirantes de acero anclado en la parte superior de la pila y en la torre que sostiene el semiarco construido; otro sistema de tirantes anclado en las cimentaciones de las pilas adyacentes que sostiene la pila y la torre, y un sistema de anclajes provisionales al terreno para sujetar las zapatas de las pilas adyacentes. De sus dimensiones da idea un dato: para el alzado de pilas se han utilizado grúas de hasta 141 metros de altura, similar a un edificio de 47 plantas. ▮

> Para la construcción del tablero se han utilizado dos torres metálicas de más de 50 m de altura situadas en las pilas extremas del arco

Revista del Ministerio de

Fomento

VIADUCTOS SINGULARES DEL SIGLO XXI (FERROCARRIL)

MONOGRÁFICO
Julio-Agosto 2014

PVP: 3 €

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

SOLICITE SU EJEMPLAR EN TELF. : 91 597 53 85 / 53 91
Por fax: 91 597 85 84 (24 horas)
Por correo electrónico: cpublic@fomento.es

En servicio el tercer tramo de la autovía Linares-Albacete (A-32) en Jaén

Al sur de Sierra Morena

Javier R. Ventosa. Fotos: DCE Andalucía Oriental

La autovía Linares-Albacete (A-32) ya tiene continuidad a lo largo de 31 kilómetros en la provincia de Jaén tras la puesta en servicio del tramo Linares-Ibros, segmento intermedio entre los dos ya abiertos al tráfico. Esta infraestructura permitirá la conexión en alta capacidad entre Andalucía y Levante, vía Albacete, siguiendo el corredor de la carretera N-322.

El nuevo tramo, inaugurado el pasado 2 de octubre por el presidente del Gobierno, añade 11,3 kilómetros a esta incipiente infraestructura de alta capacidad, que discurrirá transversalmente por las provincias de Jaén y Albacete. Este nuevo itinerario comunicará las autovías A-4 (Madrid-Sevilla) y A-44 (Sierra Nevada-Costa Tropical), en el nodo de Bailén, con las autovías A-31 (La Roda-Alicante) y A-30 (Albacete-Murcia), cerca de Albacete, siguiendo el corredor de la carretera nacional N-322 (Córdoba-Requena).

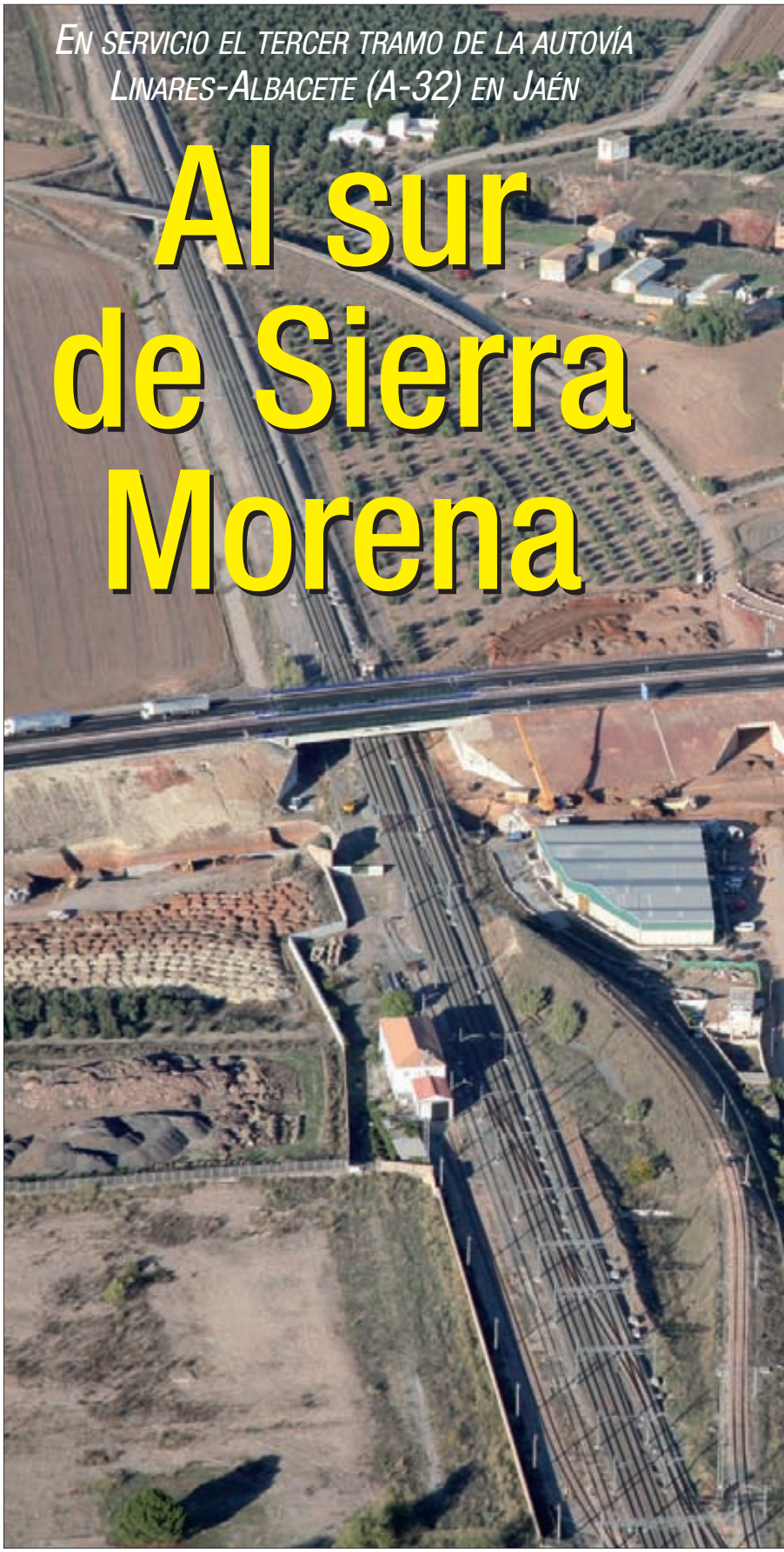
La apertura de este tramo culmina la parte inicial de la autovía en la provincia de Jaén. En total, son tres tramos contiguos –Linares-Ibros es el intermedio, por lo que hasta ahora no existía continuidad–, que suman 31,4 kilómetros, lo que representa una cuarta parte de la longitud total de la autovía en suelo andaluz. El Ministerio de Fomento trabaja en otro medio centenar de kilómetros de la A-32 en esta provincia.

Con el tramo Linares-Ibros se mejora la accesibilidad a Linares (60.000 habitantes) y a la Estación Linares-Baeza, además de incrementar la seguridad vial mediante una vía más rápida, cómoda y segura frente al tránsito por la carretera N-322. Los principales beneficiados han sido los más de 10.000 vehículos que de media circulaban diariamente por este tramo de la N-322, con un porcentaje del 9,4% de pesados.

El presupuesto de obra del tramo asciende a 85,88 M€. Si a esa cantidad se suma el importe de las expropiaciones y de la asistencia técnica para el control y vigilancia de la obra, la inversión total es de 105,54 M€. La ejecución de las obras ha corrido a cargo de Dragados y la asistencia la ha realizado la UTE Betancourt Ingenieros-Grusamar.

Características técnicas

El trazado se conforma con una sucesión de curvas de radios comprendidos entre 1.200 y 4.000 metros y una inclinación máxima del 5% en la bajada hacia el va-



Viaducto sobre el río Guadalimar, paso superior sobre la vía férrea y paso inferior de carretera en el entorno de la estación de Linares-Baeza.

lle del río Guadalimar, siendo su velocidad de proyecto de 120 km/h. La sección de la autovía está formada por dos calzadas de dos carriles por sentido de 3,50 metros cada uno, arcenes exteriores de 2,50 metros e interiores de 1 metro, con una mediana de 5 metros. El paquete de firme, dispuesto sobre 20 cm de suelo cemento, está formado por tres capas de mezclas bituminosas en caliente: 3 cm del tipo M-10 en la capa de rodadura, 7 cm del tipo S-20 en la intermedia y 10 cm del tipo G-25 en la capa base.

El trazado se desarrolla al sur de la comarca jienense de Sierra Morena. Se inicia a continuación del enlace existente en el p.k. 5 de la A-32, que conecta con Linares por el oeste y con la autovía autonómica A-312 en dirección a Arquillos. Atraviesa el término municipal de Linares con orientación oeste-este, al sur de dicha población, baja hacia el valle del río Guadalimar, en donde se ubica la entidad local de la estación de Linares-Baeza, para entrar en el término municipal de Ibros. Finaliza en el entorno del p.k 17 de la A-32, en el tramo de autovía Ibros-Úbeda, en servicio desde 2012.

Recorrido por el tramo

En la primera parte la autovía discurre al sur de Linares y en paralelo a la N-322, gracias a un diseño que respeta el trazado de esta vía y permite su uso como circunvalación del núcleo urbano. Poco después se sitúa el primer enlace (Linares-Jabalquinto), de tipo diamante, con paso superior de planta curva y una glorieta a cada lado de la autovía. Por la derecha conecta tanto con la carretera autonómica A-302 hacia Jabalquinto y la autovía A-44 en sentido Jaén como con la JA-4102 en dirección Torreblascopedro. En la margen izquierda conecta con Linares por el sur y con la N-322, que pasa a ser una vía de servicio de la A-32 en casi todo el tramo.

Desde el origen del tramo hasta el km 10, el trazado discurre por un terreno de relieve suave, con desmontes y terraplenes no superiores a 10 metros, subiendo a continuación hasta la cota más alta de la obra, que se sitúa en el entorno de la estructura 4, un paso superior ejecutado *in situ* con luz central de 36 metros.

A continuación se inicia el descenso hacia el río Guadalimar. Esta zona comprende unos 3,5 kilómetros de materiales formados por margas y arcillas que presentan problemas geotécnicos en cuanto a la estabilidad de los desmontes. La solución adoptada para afrontar este problema ha consistido en la realización de contrafuertes estabilizadores mediante muros de escollera, con alturas sobre el terreno de entre 3 y 7 metros, que van empotrados en el mismo hasta 4 metros, y en los que se disponen piedras de hasta 3.000 kilos de peso. De-

Izado de viga metálica del viaducto sobre el río Guadalimar.

En sus primeras fases

Eje vertebrador. *La autovía Linares-Albacete (A-32), integrada en el corredor Córdoba-Valencia, es uno de los principales ejes de vertebración de Andalucía con Levante. Su objetivo es mejorar las comunicaciones entre ambas comunidades, captando los tráficos de largo recorrido de la N-322.*

La A-32 en Jaén. *El desarrollo de la A-32 se ha iniciado en la provincia de Jaén, donde se divide en nueve tramos. De ellos ya han entrado en servicio los tres más occidentales (31,4 km). Actualmente se construyen los tres siguientes (47,1 km) y el Ministerio de Fomento proyecta iniciar en 2016 los tres restantes (48,1 km). La consignación presupuestaria para la A-32 en Jaén para el próximo ejercicio asciende a 44,4 M€.*

La A-32 en Albacete. *En el otro extremo, la A-32 está dividida en siete tramos. Solo está en servicio el tramo final, la circunvalación oeste de Albacete (9 km), y en octubre la SEITT licitó la obra del tramo contiguo, la circunvalación sur (10,5 km). Los otros cinco tramos tienen el proyecto terminado. Fomento destinará 31'7 M€ a la ejecución de la A-32 en esta provincia en 2016.*

Autovía Linares-Albacete (A-32). Provincia de Jaén

Tramo	Longitud (km)	Estado
Bailén (A-44)-Linares	5,0	En servicio
Linares-Ibros	11,3	En servicio
Ibros-Úbeda	15,1	En servicio
Úbeda-Torreperogil	16,3	En ejecución
Torreperogil-Villacarrillo	13,6	En ejecución
Villacarrillo-Villanueva del Arzobispo	17,2	En ejecución
Villanueva del Arzobispo-Arroyo del Ojanco	14,5	Pendiente licitación
Arroyo del Ojanco-Puente de Génave	15,6	Pendiente licitación
Puente de Génave-Límite Jaén/Albacete	18,0	Pendiente licitación

Acceso a la mina

El proyecto ha incluido la construcción de un paso superior y el acondicionamiento vial para dar acceso a la cercana Mina de la Tortilla o de los Lores, antigua mina de plomo protegida como Bien de Interés Cultural (BIC), con categoría de Lugar de Interés Industrial, que el Ayuntamiento de Linares está poniendo en valor para crear el futuro parque minero de la ciudad.

Este complejo minero-metalúrgico, construido entre 1875 y 1885 sobre dos filones de plomo, fue el único en España que realizaba todo el proceso productivo de este mineral, desde la extracción hasta la fabricación, mediante tecnología británica, y uno de los más completos de Europa. Funcionó hasta 1969.

Hoy quedan importantes restos que conforman un conjunto arquitectónico de gran interés, como naves, pozos, galerías, central eléctrica, cabrias de mampostería, viviendas, edificios administrativos, educativos y religiosos, y su principal hito paisajístico, dos altas chimeneas. El ayuntamiento linarense desarrolla desde hace años un proyecto para recuperar este patrimonio y musealizar el complejo, que ya cuenta con el edificio del centro de interpretación. El Ministerio de Fomento contribuye con fondos del 1'5% Cultural para consolidar algunos edificios de tipología Cornish de la concesión de Los Lores.

▶ *Enlace de Linares-Jabalquinto, con tipología de diamante. A la dcha., el tronco de la autovía a su paso junto a los restos de la Mina de los Lores.*

trás de ellos se ha realizado un relleno de material hasta configurar una berma horizontal y se ha dispuesto sobre un talud una cubierta granular para minorar la alteración en superficie del mismo. Las inclinaciones de los desmontes a partir de este punto tienen valores desde los 3H/1V hasta los 5H/1V. En conjunto, se han colocado más de 55.000 toneladas de piedra, principalmente granito, procedente de una cantera ubicada en el entorno de Guarromán.

Las medidas geotécnicas han incluido también la recogida de las aguas superficiales mediante cunetas de cabeza de desmonte, en la berma y en los márgenes de la calzada, y se han completado con drenajes profundos, al pie de los muros y en mediana, con pozos de registro cada 50 m. Como dato destacado de esta zona, la altura máxima de los desmontes es de aproximadamente 35 m, mientras que en los terraplenes es del orden de 20 m.

En esta zona se ha repuesto el camino de Valenzuela mediante un paso superior realizado con vigas prefabricadas y luz central del orden de 36 m. A continuación se ha ejecutado un nuevo paso superior, realizado *in situ*, para reponer la antigua carretera N-322 entre Linares y la estación de Linares.

Tras interceptar la N-322a se sitúa el enlace de Estación Linares-Baeza, de la misma tipología que el anterior, que da acceso a Linares por el este y que permitirá la conexión con el futuro puerto seco de Linares (Centro de Transporte de Mercancías Intermodal de Interés Autonómico). Dicho enlace ha sido resuelto con un paso inferior mediante una estructura esviada con vigas artesa y estribos de suelo reforzado.

La traza gira luego en sentido noreste hacia el río Guadalimar y, en un corto tramo, salva mediante tres estructuras casi consecutivas (un paso superior y dos pasos inferiores, con apoyo de terraplenes) el acceso al puerto

▶ *Enlace con las carreteras A-6101 y la N-322, al final del tramo. Tiene tipología de diamante, glorietas a ambos lados y paso inferior bajo el tronco.*

seco, el ferrocarril Madrid-Sevilla, otra línea desmantelada y una carretera local, antes de cruzar el cauce fluvial mediante el único viaducto del tramo. El paso sobre el ferrocarril es una estructura de un vano de 47,40 m de luz, con vigas de doble T y muros de suelo reforzado.

Respecto al viaducto sobre el río Guadalimar, es una estructura mixta de 285 m de longitud, con un vano central de 100 m para salvar el cauce, en el que se identifica la parte metálica con acabado en color amarillo mango. En realidad se trata de dos estructuras gemelas con vigas metálicas y canto variable desde 2,65 m en el centro del vano hasta 6,15 m en los dos apoyos ubicados a ambos lados del río. La plataforma tiene 13,70 m por calzada.

Una vez sobrepasado el río se inicia una ligera subida hacia el tercer y último enlace, que conecta con la carretera autonómica A-6101, a Ibros y Baeza, en la margen derecha, y con la N-322. Es de tipo diamante, con glorietas a ambos lados y un paso inferior de vigas doble T. Tras salvar el arroyo Pichongo mediante cuatro obras de paso, el trazado se acerca paulatinamente a la N-322 hasta su punto final, donde conecta con el tramo siguiente de la A-32, Ibros-Úbeda, ya en servicio.

Respecto a la permeabilidad transversal, el trazado dispone de un cruce aproximadamente cada kilómetro, con siete pasos inferiores y cinco pasos superiores, de los que tres corresponden a enlaces y el resto a cruce de caminos. La permeabilidad se completa con la reposición de 4,9 km de carreteras y la ejecución de 9,8 km de caminos.

En el apartado de drenaje, se han ejecutado un total de 38 obras de drenaje transversal, en su mayor parte tubos rígidos de 1.500-1.800 milímetros emplazados bajo el tronco de la autovía, así como marcos de diversas dimensiones. Se han realizado tres actuaciones relevantes: el encauzamiento del arroyo de la Vega, en el origen del tramo; la mejora del drenaje de la Estación de Linares-Baeza, disponiendo un aliviadero para las avenidas del arroyo Torrito; y la protección del arroyo Pichongo, al final del tramo.

Actuaciones ambientales

Se han implementado diversas medidas preventivas y correctoras. La inversión en las medidas de integración ambiental ha sido de 2,6 M€. Entre ellas destacan las siguientes:

- Reposición de tres vías pecuarias: Vereda de Villagordo y Jaén, Vereda del Camino de Baeza, Cañada Real de Guadalimar.
- Seguimiento arqueológico durante el movimiento de tierras, que ha incluido sondeos, prospecciones y señalización de yacimientos.
- Medidas de protección de la fauna: cerramiento y vallado perimetral de la autovía, dispositivos de escape de animales y adecuación de obras de drenaje.
- Revegetación de 42.000 m^2 de superficie.
- Plantación de 21.000 arbustos y 12.000 árboles.
- Formación de un vertedero de 2,6 millones de m^3.

C.A. IBÉRICA DE GRÚAS Y TRANSPORTES, S.L.

Pol. Ind. III Fase, parc. 52 - 23770 MARMOLEJO (Jaén)
Tlf.: 953 540 858 - 639 72 71 16/14 - email: ibericadegruas@ibericadegruas.com
web: www.ibericadegruas.com

Prestamos servicio de grúa de diversas toneladas a nivel nacional

El puerto de Valencia cuenta con el primer faro de composites en celosía del mundo

Luz pionera

Javier R. Ventosa. Fotos: Acciona

El nuevo faro del puerto de Valencia, en servicio desde el pasado verano, no es un faro más. Se trata del primero del mundo con tipología de celosía construido íntegramente en composites –material con propiedades idóneas para el medio marítimo y que reduce los plazos de ejecución– y se autoalimenta con energías renovables. El resultado es una infraestructura portuaria de vanguardia más ligera, sostenible y duradera que un faro tradicional.

El nuevo faro es una consecuencia de la ampliación norte del puerto de Valencia, aprobada en 2003 por la Autoridad Portuaria de Valencia (APV) con objeto de ganarle más de un millón de metros cuadrados al mar y aumentar de esta forma la superficie y capacidad portuarias. Las obras de abrigo de la primera fase de la ampliación dejaron al antiguo faro en aguas interiores y situado en medio de la futura terminal de contenedores de dicha ampliación, por lo que su misión como señal marítima para ayuda a la navegación quedó muy mermada. Este hecho obligó a las autoridades del puerto a plantear la construcción de un nuevo faro y su instalación en el lugar más exterior del puerto ampliado.

Desde su origen, el proyecto ha estado condicionado por el cumplimiento de tres objetivos exigidos por la APV para el nuevo faro: autonomía propia con energía sostenible, mínimo consumo energético y mantenimiento míni-

Vista del nuevo dique de abrigo del puerto de Valencia, en cuyo vértice se ubica el nuevo faro.

mo. Como condición de este último, la APV especificó que el faro debía ser una torre en celosía, ejecutada con materiales compuestos (composites) a base de fibras de carbono y fibras de vidrio, dando así un espaldarazo a esta innovación tecnológica. Se trata de materiales empleados en varias aplicaciones, desde la aeronáutica a las prótesis, con notables propiedades mecánicas, excelente resistencia medioambiental, posibilidad de montaje en fábrica, bajo peso y fácil mantenimiento, por lo que tienen un gran potencial para las obras marítimas.

El concurso para el desarrollo del faro se adjudicó en junio de 2014, por importe de 802.149€ (28,18% de baja respecto al presupuesto de licitación) y plazo de ejecución de ocho meses (diez en la licitación), a Acciona Infraestructuras, compañía con más de dos décadas de experiencia en proyectos de infraestructuras en materiales compuestos.

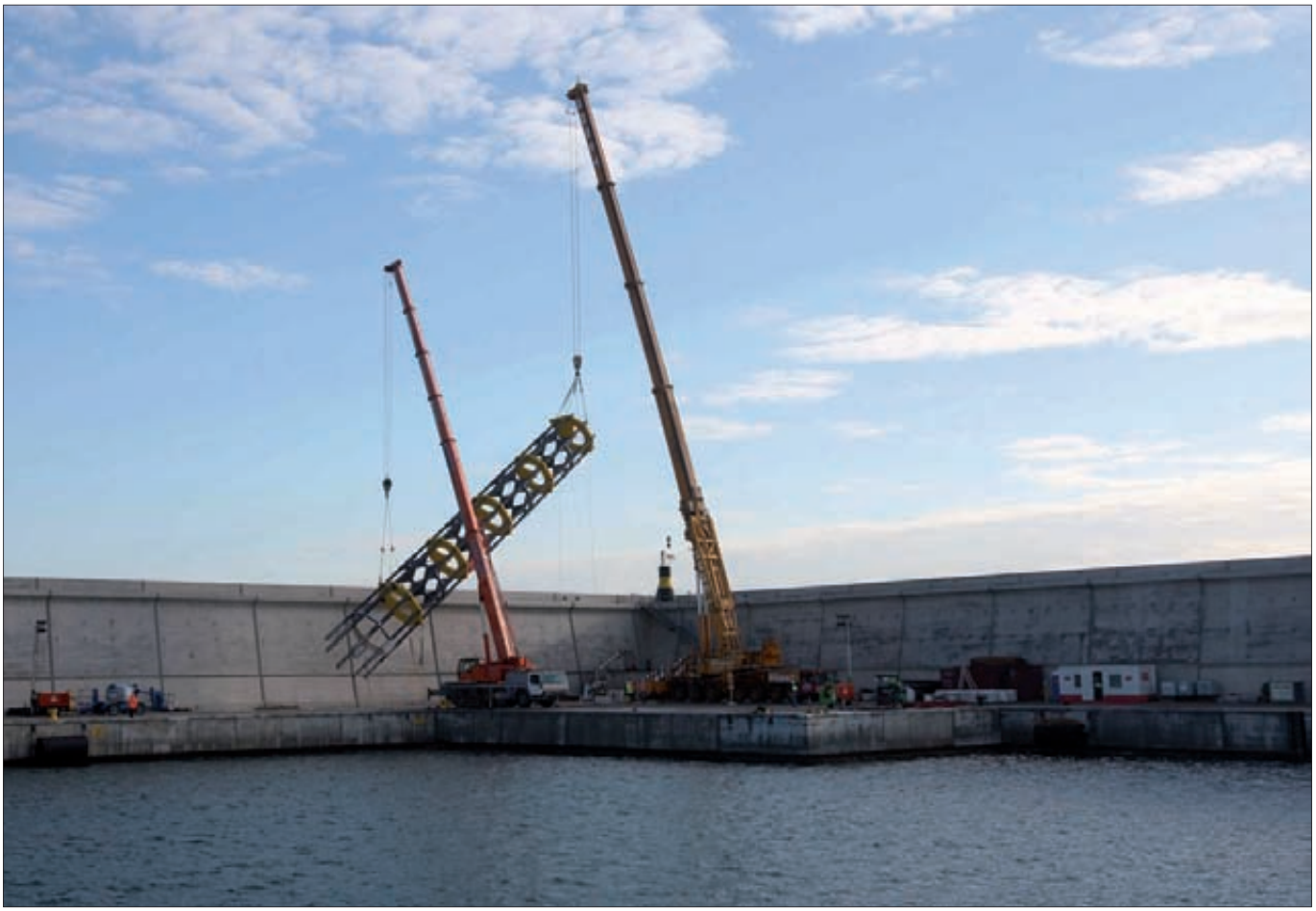
Proceso de fabricación

La dirección de Innovación Tecnológica de Acciona Construcción se ha encargado de construir la novedosa estructura de composites. En sus centros de Alcobendas (Madrid) y Noblejas (Toledo), sus ingenieros han llevado a cabo desde el verano de 2014 numerosos ensayos y simulaciones con el objetivo de fabricar cada pieza del faro. La estructura, diseñada por Ignacio Pascual, director de infraestructuras de la APV, y la ingeniería Siegrist y Moreno, es una torre de diseño funcional compuesta por ocho perfiles tubulares de 25 centímetros de diámetro y 2 centímetros de espesor, de fibra de carbono, que sustentan una serie de forjados de fibra de vidrio y sus correspondientes arriostramientos, que a su vez envuelven un tubo central alrededor del cual se desarrollan los peldaños de la escalera, también de fibra de vidrio. Su altura total es de 31 metros.

Cada elemento de la estructura ha sido diseñado específicamente para este proyecto, e incluso se ha seleccionado el proceso de fabricación más adecuado en cada caso, atendiendo a la geometría del elemento en cuestión, a las condiciones de servicio a que va a estar sometido y a los plazos de producción. Así, los pilares y travesaños se han fabricado mediante pultrusión (proceso altamente automatizado que genera perfiles de sección continua con excelentes propiedades y acabados en tiempos muy reducidos), los forjados y cartelas mediante infusión (aporta flexibilidad para elementos de grandes dimensiones en series cortas) y los peldaños mediante moldeo por transferencia de resina o RTM (proceso que permite obtener piezas complejas con excelentes acabados y propiedades mecánicas). En la fabricación de los distintos elementos, verificados por el Instituto Tecnológico del Plástico, se han invertido ocho meses.

Ventajas de los composites

En general, los materiales compuestos con que se ha construido el faro presentan propiedades superiores respecto a los materiales de los faros convencionales (mampostería, sillería y acero) en variables como resistencia, peso, durabilidad y coste, así como una ventaja indudable en el proceso de construcción al fabricarse en un lugar alejado del puerto, todo lo cual contribuye a



configurar una infraestructura más sostenible desde los puntos de vista ambiental y económico. Las principales ventajas que ofrece la solución adoptada para el proyecto de Valencia, que según la empresa fabricante es totalmente extrapolable a la práctica totalidad de los faros, son las siguientes:

✔ **Vida útil más larga.** Los composites no se ven afectados por la corrosión en ambientes agresivos con factores como viento, oleaje y salinidad como son los marinos característicos de un puerto, frente a otros materiales que sí sufren una degradación con el paso del tiempo en estos ambientes. Por consiguiente, el ciclo de vida de una estructura con este material es más largo.

✔ **Ejecución más rápida.** El tiempo total de fabricación e instalación de un faro construido en estos materiales es un 40% inferior al que ofrece el proceso tradicional.

✔ **Reducción de costes.** La utilización de materiales compuestos es más eficiente económicamente por la mayor celeridad en la construcción y el menor requerimiento de transporte de materiales. Además, al resistir mejor las condiciones ambientales, estos materiales no requieren inversiones adicionales en mantenimiento a lo largo de su ciclo de vida.

✔ **Menor peso.** La nueva estructura del puerto de Valencia tiene un peso total de 20 toneladas (22 toneladas con el equipamiento), inferior a un faro construido en materiales tradicionales. Su bajo peso ha permitido un fácil traslado al puerto desde el lugar de fabricación y una instalación sencilla.

▶ Proceso de izado de la estructura con el apoyo de dos grúas.

A faro nuevo, faro jubilado

Aunque no se ha movido ni un centímetro, el emplazamiento del antiguo faro de Valencia se ha "trasladado" desde el frente marítimo a las aguas interiores de la nueva dársena como consecuencia de la ampliación del puerto, hecho que ha mermado su funcionalidad como señal luminosa y que, consecuentemente, ha conducido al apagado de su luz y a su jubilación. Con ello queda atrás una historia de 85 años de avisos luminosos a los navegantes, realizados desde la linterna de esta torre de sillería de planta octogonal y 30 metros de altura, ahora sustituida por un faro de última generación mejor ubicado.

Su situación dentro del puerto, en una zona de acceso restringido, rodeada de viales y de futuras terminales, ahora algo alejada del mar, también ha condicionado su uso futuro. El escaso atractivo turístico de esta zona desaconsejó su inclusión en el plan que desarrolla Puertos del Estado para dar un uso hotelero a faros fuera de servicio. También se descartó su utilización para otros usos como centro de formación o museo. Finalmente, el viejo faro ha iniciado una nueva vida como oficina de mantenimiento de señales marítimas y almacén de repuestos.

Vista del nuevo faro de composites ya equipado, de 31 metros de altura y 22 toneladas de peso.

✔ **Menor impacto en la operativa del puerto.** Al fabricarse en un lugar alejado, su ejecución no tiene impacto alguno en el puerto. Respecto a su instalación, reduce sensiblemente la superficie y el tiempo de ocupación del puerto, así como los residuos y los ruidos durante el montaje, en comparación con los trabajos habituales de construcción de un faro tradicional.

Traslado e instalación

Una vez concluida la fabricación en taller de todas las piezas que componen la estructura se procedió a un pre-ensamblaje mediante la aplicación de un adhesivo epoxi, que garantiza el correcto desempeño sin presentar los problemas de corrosión observados en sistemas de unión con elementos metálicos. Posteriormente, en una segunda fase, se aplicó un recubrimiento para proteger la estructura de la radiación solar e incrementar su durabilidad.

Tras su traslado por carretera, en una sola pieza, a bordo de un transporte especial de 48 metros de longitud desde Noblejas hasta el puerto de Valencia, adonde llegó el 10 de febrero, se procedió al montaje de la estructura en su emplazamiento definitivo, el encuentro de las dos alineaciones del nuevo dique de abrigo. El proceso, realizado con apoyo de dos grandes grúas y un reducido equipo, consistió en izar, arriostrar y ensamblar la estructura en el casetón previamente construido. Este casetón constituye la base del faro, presenta una planta octogonal y es de hormigón armado, siendo el único elemento tradicional del faro.

En total, en esta operación se emplearon apenas unas 20 horas, con una mínima interferencia en la operativa portuaria habitual, poniendo de manifiesto la rapidez y "limpieza" del proceso de montaje de una estructura de estas características. En fechas posteriores se ejecutó en su interior la escalera helicoidal, en tramos de seis metros, hasta alcanzar el forjado superior, así como otros elementos auxiliares de la estructura, como las barandillas, dejándola lista para la próxima fase.

Equipamiento

En los meses siguientes se ha procedido a instalar el equipamiento necesario para el funcionamiento del faro, que responde a los requerimientos de autosuficiencia energética y consumo energético mínimo establecidos en el pliego de condiciones del concurso. Para ello se ha

optado por dos energías renovables, la solar y la eólica, que permiten una actuación autónoma de otros suministros energéticos exteriores. Así, el faro incorpora nueve módulos solares orientados hacia el sur y un aerogenerador de eje vertical. La energía generada se almacena en un banco de baterías, formado por 12 unidades de 124 voltios, que alimentan los equipos del faro. Este sistema permite al faro funcionar sin sol ni viento durante seis días, algo muy difícil en Valencia. Si eso ocurre, la infraestructura puede conectarse a un grupo electrógeno y, en último extremo, a la red eléctrica.

El sistema energético alimenta una luminaria de tecnología led de bajo consumo y un ciclo de vida más largo –hasta 100.000 horas– que las lámparas de incandescencia, logrando el mismo alcance de la luz con menos potencia eléctrica. En concreto, el sistema lumínico está formado por una baliza principal giratoria de 70 vatios que permite un alcance nocturno de 25 millas náuticas –una más que el faro existente–, con una intensidad de 1,3 millones de candelas. La baliza de reserva tiene un alcance nominal de 20 millas náuticas. A ello se añaden sistemas ópticos a base de lentes acrílicas, carcasa de aluminio marino y vidrio de alta resistencia, así como un pararrayos múltiple de acero inoxidable sobre un mástil de 2 metros.

Para que el nuevo faro se distinga de día, se han incorporado a la torre tres bandas blancas de material geotextil blanco de 1,5 metros de anchura por delante de los antepechos de las plataformas, que actúan como señal diurna. Se trata de un material especial que deja pasar por su interior un 47% de aire, lo que impide que el viento genere un efecto de empuje, uno de los principales problemas de los faros.

Como singularidad, se ha instalado un equipo de megafonía que reproduce el graznido de una gaviota dando la voz de alarma, destinado a evitar que estas aves marinas utilicen el faro como atalaya para sus capturas y depositen allí sus excrementos, de alto poder corrosivo, en especial sobre los paneles fotovoltaicos. Se trata de un sistema que mejora el mantenimiento de la estructura y de los equipos, que hasta la fecha ha demostrado una gran efectividad en más de 100 metros a la redonda.

.\ Rumbo a la operatividad

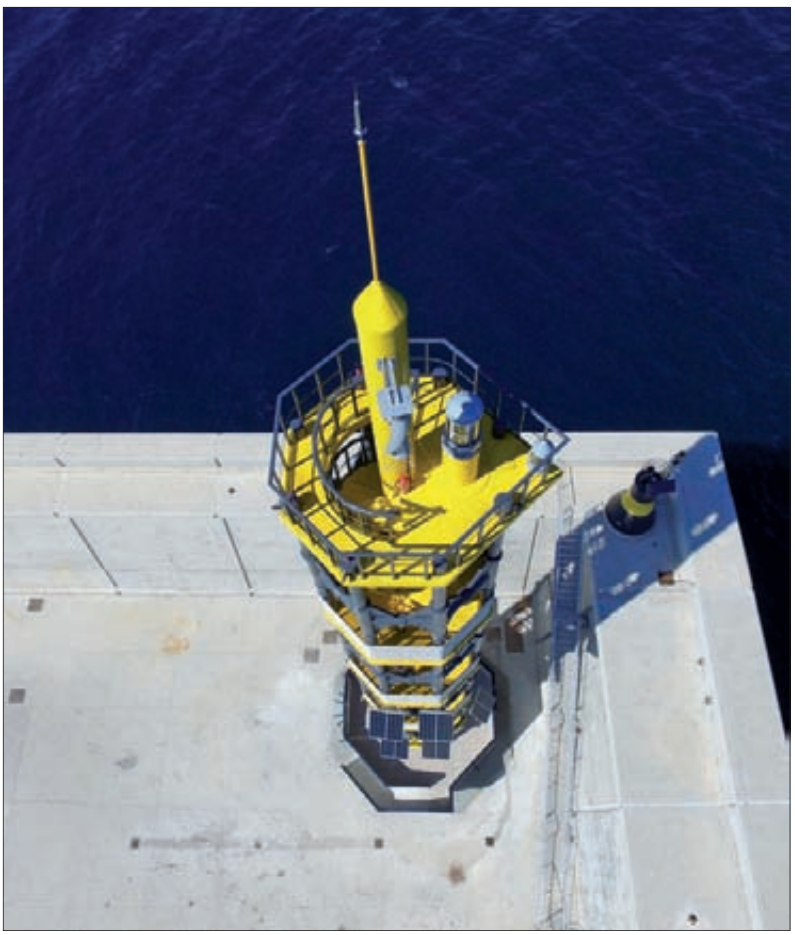
Una vez instalado el equipamiento, los técnicos de la Autoridad Portuaria de Valencia y de Acciona llevaron a cabo la fase de pruebas del nuevo faro con objeto de verificar el correcto funcionamiento de los distintos sistemas y equipos, al tiempo que se obtenían los permisos correspondientes para su puesta en servicio.

Esta fase se ha desarrollado durante prácticamente cuatro meses hasta el pasado 24 de junio, fecha en que se produjo la puesta en funcionamiento oficial del que ya es el primer faro del mundo con tipología de celosía fabricado a base de materiales compuestos. Un faro de última generación construido para desempeñar una de las funciones más antiguas de la navegación, la de servir de guía para los buques que se acercan al puerto de Valencia. ▮

Una unión que refuerza

Los composites son materiales sintéticos mezclados heterogéneamente formando un compuesto con propiedades mecánicas superiores a las de las materias primas de las que procede. Uno de los más antiguos es el adobe, formado por arcilla y paja, que sirve para construir casas. Estos materiales compuestos se emplean desde mediados del pasado siglo en aplicaciones como ingeniería naval y civil, aeronáutica, astronáutica, material deportivo, automóviles o fabricación de prótesis, entre otros.

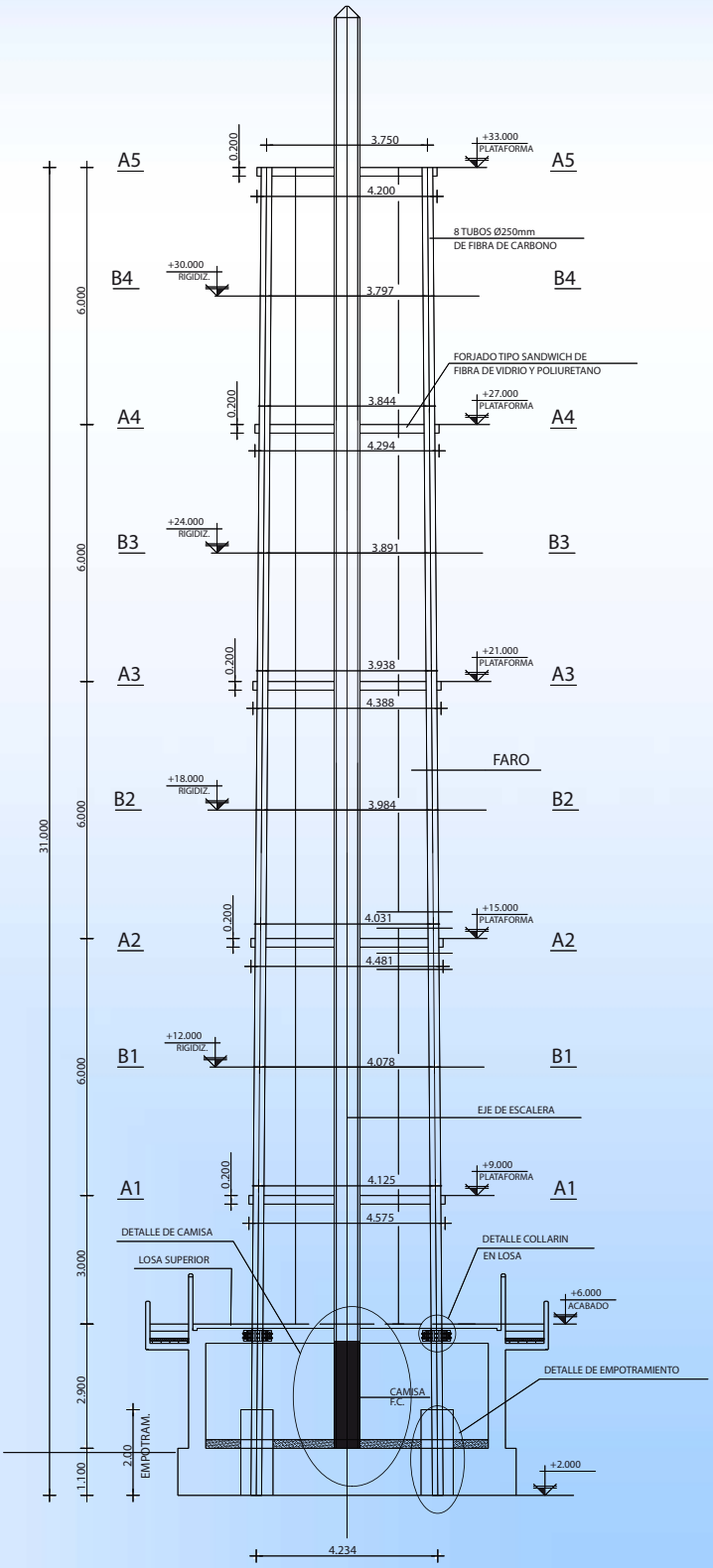
Acciona ha sido la primera empresa en España en utilizar estos materiales para construir infraestructuras de transporte. Su primer desarrollo, en 2004, fue un puente de 46 metros de longitud sobre la autovía del Cantábrico en Asturias. Posteriormente construyó dos viaductos gemelos sobre la M-111 en Madrid, de 34 m de longitud y 21 de ancho (2008); la pasarela peatonal Almuñécar en Madrid-Río (2010), con una luz de 44 m; y otra sobre el río Júcar en Cuenca (2011), de 216 m. Sus últimos desarrollos son el puente de Ibjdoungi en Gabón, de 17 m de longitud y 6 m de ancho (2014), la ampliación del puerto de Puerto del Rosario (2014) y la impermeabilización de los túneles de Pajares para la línea de alta velocidad León-Asturias (2015).



El faro incorpora en su parte superior un pararrayos múltiple de acero inoxidable sobre un mástil de 2 metros.

www.siegristymoreno.com
siemor@ciccp.es

SIEGRIST & MORENO
structures

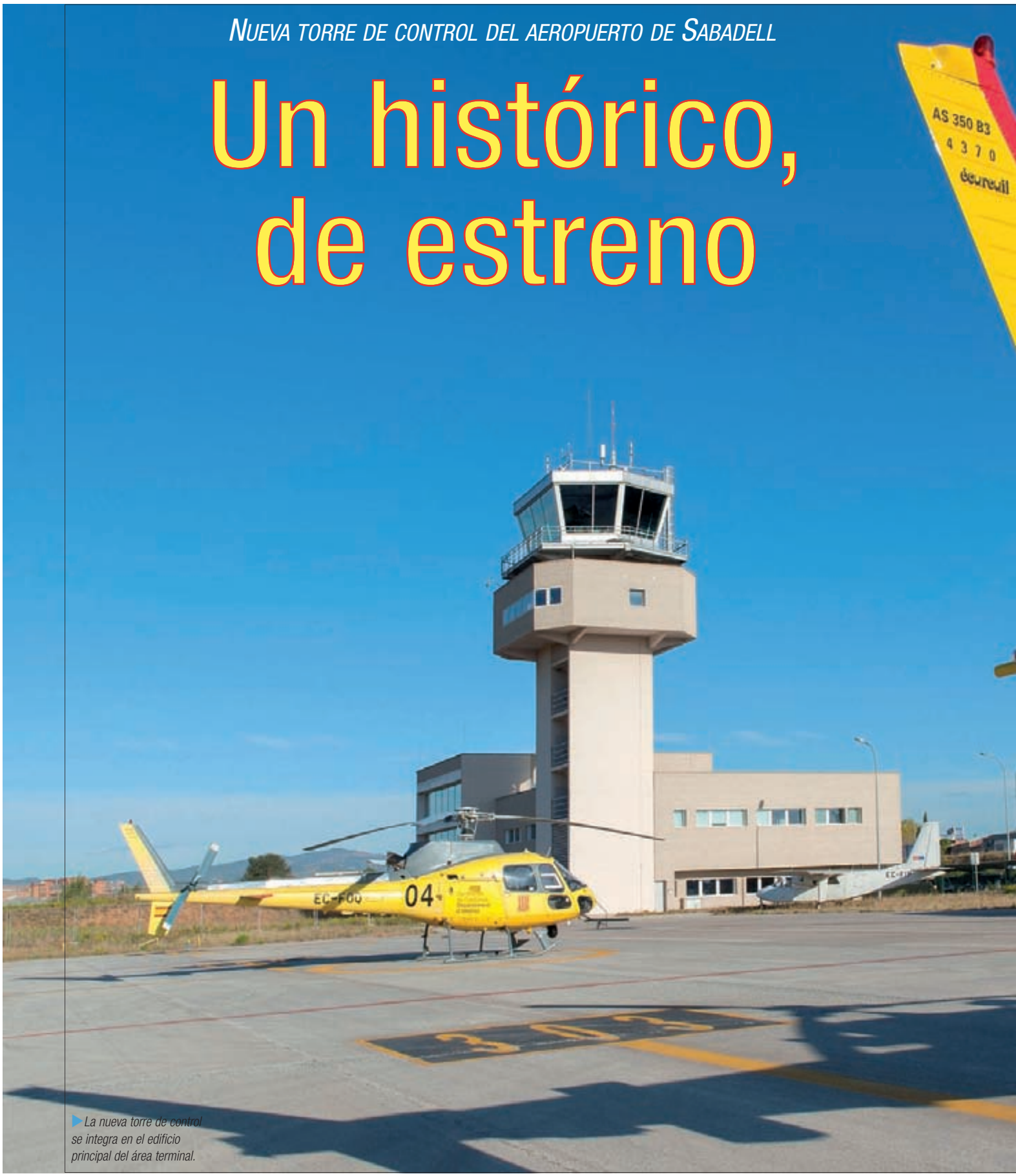


Nuevo Faro del Puerto de Valencia - Proyecto de Construcción

25 años innovando y creando estructuras

Nueva torre de control del aeropuerto de Sabadell

Un histórico, de estreno



La nueva torre de control se integra en el edificio principal del área terminal.

Pepa Martín. Fotos: AG Aena.

El aeropuerto barcelonés de Sabadell, con más de 80 años de historia, moderniza sus sistemas para la navegación aérea con la entrada en funcionamiento de la nueva torre de control, una infraestructura en la que Fomento, a través de Aena y Enaire, ha invertido 4,62 millones de euros.

Situado a tan solo 10 kilómetros de la ciudad de Barcelona y a 2 del centro urbano de Sabadell, el que es el mayor aeropuerto de aviación general de España, junto con el de Cuatro Vientos, en Madrid, estrena sistemas de navegación, dotaciones y equipamientos más modernos en su nueva torre de control. Se da así respuesta a las necesidades previstas conforme a los cálculos sobre la demanda de movimientos futuros que permitirá el desarrollo de la nueva área terminal del aeropuerto sabadellense.

El Ministerio de Fomento ha invertido, a través de Aena y Enaire, un total de 4,62 M€ en esta nueva torre de control, que queda integrada en el edificio principal del área terminal, junto con la urbanización destinada a instalaciones de hangares, el Museo Aeronáutico y una zona para aparcamiento de vehículos. El desplazamiento de gran parte de la actividad y las instalaciones hacia la zona este del aeropuerto, tal y como está contemplado en el Plan Director, hacía también conveniente levantar ahí un nuevo edificio de control aéreo.

La construcción de esta infraestructura se inició en diciembre de 2005. Una vez concluida la obra civil, en octubre de 2007, durante estos años se ha ejecutado una actuación adicional para la adecuación de instalaciones eléctricas y del sistema de climatización, así como de la instalación de su equipamiento para el Servicio de Comunicaciones, Navegación y Vigilancia (CNS).

Mejoras tecnológicas

Enaire ha prestado todo su apoyo a Aena en la puesta en servicio de la nueva Torre de Control del Aeropuerto de Sabadell.

La Dirección de Sistemas de Enaire, responsable de la definición, diseño e implantación de los sistemas de gestión de tráfico Aéreo, ha realizado la preparación de los correspondientes expedientes de suministro, y ha prestado a Aena y Enaire su soporte en las labores de dirección de los proyectos, realizando asimismo las tareas de inspección de la instalación, ejecución de pruebas, validación técnica, documentación y puesta en servicio de diferentes sistemas presentes en la Torre: SACTA, ICARO, Sistemas de Comunicaciones de Voz y Datos, Vigilancia y Monitorización de las Radioayudas a la Navegación del Aeropuerto. Estos sistemas proporcionan a los controladores de la Torre toda la información y los medios técnicos necesarios para la realización de su labor diaria.

Estas tareas se han realizado en estrecha coordinación con los responsables de la Dirección Región Este de Enaire, responsable de la explotación técnica de estos sistemas, así como con las diferentes unidades de Aena implicadas: Dirección del Aeropuerto, Dirección de Infraestructuras y Tecnologías de la Información y Dirección de Operaciones, Seguridad y Servicios.

El sistema SACTA, con tecnología totalmente española, facilita la comunicación automática entre centros de control nacionales y extranjeros

La metodología utilizada ha permitido una transición sin pérdida de servicio y en todo momento con garantías y coberturas de acuerdo a los reglamentos de Cielo Único y los estándares de seguridad operacional establecidos en Enaire.

Los sistemas instalados son de última generación y equiparan a la nueva Torre de Control del Aeropuerto de Sabadell con cualquier otra infraestructura de la red de Enaire y Aena.

Entre estas mejoras tecnológicas que han entrado en funcionamiento destaca especialmente la instalación del Sistema Automatizado de Control de Tránsito Aéreo (SACTA III), encargado de procesar toda la información relativa a datos de vuelo, vigilancia e información meteorológica y aeronáutica recibida y presentada al controlador para automatizar el control del tráfico aéreo nacional.

El objetivo de SACTA, tecnología cien por cien española diseñada para la red de Aena por Indra, es integrar los sistemas de todos los centros de control de ruta y aproximación de nuestro país para que manejen datos coherentes y funcionen de manera coordinada, así como el incremento de la capacidad de control del tráfico aéreo, además de homogeneizar los sistemas de control a escala nacional.

En el ámbito internacional, este sistema facilita la comunicación automática entre centros de control españoles y extranjeros. Para ello utiliza estándares internacionales de intercambio de datos, reduce las actuaciones manuales al mínimo, detecta automáticamente posibles conflictos y aporta flexibilidad para reconfigurar el espacio aéreo operacional con el fin de minimizar los efectos de los denominados «picos de tráfico».

El aeropuerto de Sabadell, inaugurado en 1934, es el mayor aeropuerto de aviación general, junto al de Madrid-Cuatro Vientos. Los vuelos de enseñanza ocupan el 70% de su actividad. Debajo, rescate en una avioneta durante un simulacro.

Las nuevas instalaciones permitirán atender las más de 275 operaciones aeronáuticas que a diario se registran en el aeropuerto.

De esta forma, se consigue mejorar los niveles de capacidad y de fluidez del tráfico del Sistema Nacional Aéreo, dentro de los parámetros de seguridad exigidos por la comunidad aeronautica. El sistema está cumpliendo satisfactoriamente con las expectativas de mejora de la gestión del tráfico aéreo, ya que está dando una respuesta adecuada a la demanda de vuelos que utilizan el espacio aéreo español.

Otra de las mejoras técnicas es el Sistema de Comunicaciones Orales, que consiste en la instalación de un Sistema de Comunicación por Voz (SCV), dotado asimismo de recepción de radio y transmisiones de emergencia, un sistema de grabación multicanal y sistema horario, así como del equipamiento complementario de control y los nuevos puestos de trabajo.

Este sistema da soporte a las comunicaciones de voz Tierra-Aire entre controladores de tráfico aéreo y pilotos de aeronaves, a comunicaciones de voz Tierra-Tierra, entre controladores de tráfico aéreo para coordinación, y entre estos y personal de apoyo, gestión y administración, y apoyo a la explotación y administración del sistema.

De esta forma se facilita a los controladores aéreos y personal de apoyo iniciar, recibir, atender y mantener comunicaciones por radio o telefónicas, tanto reales como de adiestramiento, e incluye, adicionalmente, medios que permiten realizar labores de apoyo a la explotación del sistema, como administración, configuración, sectorización, supervisión y elaboración de históricos y estadísticas de uso y mantenimiento.

Pruebas previas

Esta modernización de los sistemas de navegación aérea ha requerido también que la puesta en servicio de los diversos equipamientos y de los sistemas de comunicaciones haya estado supervisada por técnicos de Enaire, en colaboración con técnicos de control de la empresa prestadora del servicio de tránsito aéreo, FerroNATS.

Por ello ha sido necesario de forma previa realizar y superar satisfactoriamente las pertinentes pruebas de transición y marcha atrás de los sistemas y equipamiento de comunicaciones, navegación y vigilancia, que se realizaron en la noche del 21 al 22 de septiembre.

Una vez entrenado el personal técnico de Enaire y el operativo de la empresa FerroNATS, se instalaron los equipos de control de tráfico aéreo y comunicaciones. La noche del 5 al 6 de octubre se efectuó la migración de los sistemas de dichos equipos para realizar la puesta en explotación de la nueva torre de control, que quedó operativa a primera hora de la mañana.

Obra civil

La nueva torre cuenta con 790 m^2 de superficie construidos y 29 metros de altura, el equivalente a nueve plantas de un edificio convencional, una de ellas bajo rasante, que se desarrollan alrededor de un núcleo central donde se dispone una escalera del fuste. Este fus-

Más de 200 aeronaves tienen su base en el aeropuerto de Sabadell.

Primer aeroclub de España

El aeropuerto de Sabadell tiene una larga historia, su inauguración data del 1 de agosto de 1934. En principio su utilización fue tanto militar como civil, pero no fue hasta el 1 de Enero de 1979 cuando se abrió definitivamente al tráfico aéreo comercial, tanto nacional como internacional.

Dispone de una pista pavimentada de 1.050 m, con distancias declaradas desde ambas cabeceras de 900 m, a una altitud de 148 m sobre el nivel del mar, y más de 200 aeronaves tienen base en el aeródromo, originando más de 50.000 operaciones aeronáuticas en 2014, de las que 27.060 fueron aterrizajes y despegues y el resto sobre vuelos y tomas–despegues de vuelos de instrucción.

Entre escuelas, talleres y personal de Aena, más de 400 personas trabajan a diario en el aeropuerto sabadellense, que ha sido remodelado según el Plan Director, un proyecto que lo ha convertido en la infraestructura aérea más equipada en lo que a la aviación general se refiere.

El aeropuerto alberga al primer aeroclub de España, el Barcelona-Sabadell, con más de 1.000 socios y más de 10.000 horas voladas anualmente, así como cuatro escuelas de pilotos de avión y de helicóptero.

De hecho, los vuelos de enseñanza que se imparten en ellas ocupan un setenta por ciento de la actividad del aeropuerto, y el treinta por ciento restante se reparte entre vuelos de publicidad, fotografía y aerotaxi, vuelos privados y servicios y vuelos institucionales.

Además de estas escuelas de pilotos, existen otras dos en las que se cursa la titulación de tripulantes de cabina de pasajeros y auxiliares de vuelo. Del mismo modo, dos talleres colaboran con institutos oficiales en la formación de futuros mecánicos de aeronave. El aeropuerto también organiza rutas pedagógicas por sus instalaciones con el objetivo de acercar a los estudiantes el mundo de la aviación.

te de la torre está incluido en sus cuatro primeras plantas, desde planta sótano a planta segunda, en el edificio terminal, en el que está perfectamente integrado.

De hecho, ambos edificios comparten dependencias, entre ellas, las que acogen los despachos técnicos y administrativos del personal de mantenimiento de Enaire y del proveedor de servicios ATS (FerroNATS). En cuanto al resto de la torre, está construida de forma independiente a partir de la tercera planta y hasta la novena, plantas por las que están repartidas otras dependencias funcionales necesarias: sala de descanso y sala de instalaciones de climatización en la quinta planta, fanal en la séptima o un campo de antenas situado en la cubierta.

.\ Presupuesto

Fomento ha invertido en la nueva torre de control 4,62 M€, distribuidos entre la obra civil, a la que se han destinado 1,96 M€ y en la que se incluyen las asistencias técnicas de redacción de proyecto y de control y vigilancia, y 2,66 M€, correspondientes a los expedientes de equipamiento y sistemas para los servicios de navegación aérea.

La distribución del presupuesto de la obra civil ha supuesto destinar 1,46 M€ a la obra nueva en sí, y medio millón de euros más a las actuaciones de equipamiento de la infraestructuras, incluyendo instalaciones de tecnologías de la información y comunicaciones.

En cuanto al equipamiento y sistemas de navegación, el importe ha sido de 1,14 M€ del sistema VICTOR para la TWR, suministro en estado operativo de un sistema SACTA III y, para el sistema de comunicaciones orales en la nueva torre, otros 2,66 M€. ▮

Centro de publicaciones

Librería de publicaciones oficiales

www.fomento.gob.es

Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana

Un solo texto

La Ley tiene entre sus objetivos garantizar la igualdad en el ejercicio de los derechos y deberes relacionados con el suelo.

R.F.

El pasado 30 de octubre el Consejo de Ministros dio su aprobación al texto refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana, en la que se integran y armonizan los textos correspondientes a la Ley de Suelo del Real Decreto Legislativo 2/2008, de 20 de junio, y los referidos a la Ley 8/2013, de rehabilitación, regeneración y renovación urbanas.

El nuevo Real Decreto, en vigor desde el pasado 31 de octubre, tiene como principal objetivo, además de agrupar y ordenar en una sola norma reguladora el contenido de los citados textos, el de dotarla de mayor claridad, armonizando terminología y contenidos y facilitando, en definitiva, su consulta y manejo.

El texto refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana consta de un total de nueve títulos, incluido el preliminar, 13 capítulos y 68 artículos, además de 13 disposiciones adicionales, 4 transitorias y 3 finales.

.\ Objetivos

El título preliminar contiene las disposiciones de carácter más general, establece el territorio estatal como ámbito de la Ley y define, entre sus dos grandes objetivos: garantizar la igualdad en el ejercicio de los derechos y en el cumplimiento de los deberes constitucionales relacionados con el suelo, además de un desarrollo sostenible, competitivo y eficiente del medio urbano. Se incluyen asimismo las definiciones para algunos de los conceptos manejados en la Ley, entre ellos los referidos a actuaciones sobre el medio urbano; infravivienda; residencia habitual; coste de reposición de una construc-

Las políticas relativas a la ordenación, transformación y uso del suelo debe regirse por el principio de desarrollo sostenible.

ción o edificación –el valor actual de construcción de una nueva planta en relación con las características constructivas y la superficie útil, realizado con las condiciones necesarias para que su ocupación sea autorizable o, en su defecto, en condiciones de ser legalmente destinado al uso que le sea propio–; ajustes razonables, entendidos como las medidas de adecuación de un edificio para facilitar la accesibilidad universal de forma eficaz, segura y práctica sin que comporte cargas desproporcionadas, o el de edificio de tipología residencial de vivienda colectiva.

En el artículo 3 del título preliminar se establece el principio de desarrollo territorial y urbano sostenible. Así, las políticas públicas relativas a la regulación, ordenación, ocupación, transformación y uso del suelo tienen como fin común la utilización de este recurso conforme al interés general y según el principio de desarrollo sostenible. En virtud de dicho principio, esas políticas públicas deben favorecer, pues, el uso racional de los recursos naturales y armonizar los requerimientos de la economía, el empleo, la cohesión social, la igualdad de trato y oportunidades, la salud y la seguridad de las personas, así como la protección del medio ambiente. Se reconoce igualmente que los poderes públicos deberán formular y desarrollar, en cuanto concierne al medio urbano, las políticas de su respectiva competencia de acuerdo a los principios de competitividad y sostenibilidad económica, social y medioambiental, cohesión territorial, eficiencia energética y complejidad funcional, procurando que el suelo, además de estar suficientemente dotado, se ocupe de manera eficiente.

Finalmente, el artículo 4 del Título preliminar establece que la ordenación del territorio y la ordenación urbanística son funciones públicas no susceptibles de transacción y, por lo tanto, organizan y definen el uso del territorio y del suelo de acuerdo al interés general, determinando las facultades y deberes del derecho de propiedad del suelo conforme al destino de este, lo que no confiere derecho a reclamar indemnización, a excepción de los casos contemplados en las leyes. Por todo ello, el ejercicio de la potestad de ordenación territorial y urbanística deberá ser siempre motivado, indicando los intereses generales a que sirve. De igual modo, la legislación al respecto deberá garantizar la dirección y control por parte de las Administraciones Públicas competentes del proceso urbanístico en sus distintas fases de ocupación, urbanización, construcción, edificación o uso del suelo por cualquier sujeto, público o privado.

.\ Derechos básicos

En el título I, bajo el epígrafe "Condiciones básicas de la igualdad en los derechos y deberes constitucionales de los ciudadanos", el primero de los capítulos, consignado como "Estatuto básico del ciudadano", agrupa toda una serie de derechos y deberes en materia de suelo, urbanismo y vivienda ya recogidos en nuestra Carta Magna, entre ellos el derecho al disfrute de una vivienda digna, adecuada y accesible; el acceso en condiciones no discriminatorias a la utilización de las dotaciones públicas y los equipamientos colectivos; el de ser

La Ley distingue entre las diferentes actuaciones de transformación urbana, estableciendo distintos tipos de participación pública y privada.

informados por la Administración competente de forma completa y en plazo razonable del régimen y condiciones urbanísticas aplicables a una finca determinada; el de participar efectivamente en los procedimientos de elaboración y aprobación de cualesquiera instrumentos de ordenación del territorio, urbanística o su evaluación ambiental mediante la formulación de alegaciones, reclamaciones y quejas, obteniendo de la Administración una respuesta motivada, así como el de ejercer la acción pública para hacer respetar las determinaciones de la ordenación territorial y urbanística. Se enumeran también una serie de deberes ciudadanos, entre ellos el de respetar y contribuir a preservar el medio ambiente y el paisaje natural, evitando efectuar actuaciones que contaminen el aire, el agua, el suelo y el subsuelo; cumplir los requisitos y condiciones a que la legislación sujete las actividades molestas, nocivas o peligrosas; respetar y hacer un uso racional y adecuado de los bienes de dominio público, infraestructuras y servicios urbanos, o respetar y contribuir a preservar el paisaje urbano y el patrimonio arquitectónico y cultural.

El capítulo II, bajo la denominación de "Estatuto básico de la iniciativa y la participación en la actividad urbanística", reúne en su articulado los distintos tipos de actuaciones de transformación urbanística y actuaciones edificatorias, distinguiendo entre las de nueva urbanización, como las que suponen el paso de suelo rural a urbanizado; las de reforma o renovación de un ámbito de suelo ya urbanizado; las de dotación a fin de incrementar o mejorar equipamientos públicos; las de nueva edificación y sustitución de la edificación existente, y las de rehabilitación edificatoria. Se establecen también los distintos supuestos de participación pública y privada en las actuaciones de transformación urbanística y edificatoria; igualmente se definen el régimen y el marco de actuación de las distintas entidades que junto a las Administraciones Públicas y sus entidades competentes podrán participar en la ejecución de las actuaciones, como comunidades y agrupaciones de comunidades de propietarios, cooperativas de viviendas, propietarios de construcciones, edificaciones y fincas urbanas, empresas, entidades o sociedades con título acreditado para participar en dichas operaciones, y las asociaciones administrativas que se constituyan de acuerdo con lo previsto en la legislación sobre ordenación territorial y urbanística o aquellas constituidas conforme al artículo 10 de la Ley, con personalidad jurídica propia y dependientes de la Administración urbanística actuante, a quien competerá la aprobación de sus estatutos.

.\ Deberes y cargas

El capítulo III conforma el Estatuto jurídico de la propiedad del suelo y dedica su articulado al régimen urbanístico del derecho de propiedad del suelo, vinculado a sus usos o destinos concretos; a las facultades (uso, disfrute, explotación) contenidas en el derecho de propiedad y adecuadas a su clasificación y destino conforme a la legislación aplicable. Se establecen así las facultades del derecho de propiedad en el caso de los suelos en situación rural y en situación de urbanizado,

así como los respectivos deberes y cargas, entre ellos el de conservación en las adecuadas condiciones de seguridad, salubridad y accesibilidad.

Los grandes objetivos de la Ley son garantizar la igualdad de derechos y deberes relacionados con el suelo y un desarrollo sostenible y eficiente

El estatuto básico de la promoción de las actuaciones urbanísticas es el contenido esencial del capítulo IV, cuyo artículo 18 se refiere a los deberes vinculados a la promoción de las actuaciones de transformación urbanística y a las actuaciones edificatorias, como el de entregar a la Administración competente, y con destino a patrimonio público de suelo, el suelo libre de cargas de urbanización correspondiente al porcentaje de la edificabilidad media ponderada de la actuación, un porcentaje que no podrá ser inferior al 5 por ciento ni superior al 15 por ciento. Por su parte, en el artículo 19 se recogen los derechos de realojamiento y de retorno, referidos a aquellos ocupantes legales de inmuebles que sean su residencia habitual y se vean afectados por alguna actuación sobre el medio urbano que requiera su desalojo.

El título II tiene entre su contenido las bases del régimen del suelo, las reglas procedimentales comunes y las normas civiles. El articulado relativo a las bases de régimen del suelo determina, entre otros aspectos, los criterios básicos de su utilización, las situaciones básicas del suelo (rural o urbanizado) y los diferentes supuestos que pueden modificarlas y, finalmente, la evaluación y seguimiento de la sostenibilidad del desarrollo urbano, junto a la garantía de la viabilidad técnica y económica de las actuaciones sobre el medio urbano. Con respecto a las reglas procedimentales comunes y las normas civiles, el artículo 23 fija los criterios a seguir en las operaciones de distribución de beneficios y cargas en distintos supuestos de subrogación de la propiedad, mientras que el artículo 24 agrupa las reglas específicas que han de aplicarse en las actuaciones sobre el medio urbano, entre ellas la equidistribución de los costes y beneficios o los planes de realojo o de retorno si fueran necesarios. El artículo 25 se refiere a la publicidad y eficacia en la gestión pública urbanística y, más concretamente, al obligado trámite de información pública a que deben ser sometidos todos los instrumentos de ordenación territorial y de ordenación y ejecución urbanística. Finalmente, los artículos 26, 27 y 28 describen los términos legales referidos a fincas, parcelas y complejos inmobiliarios; la vinculación, en caso de transmisión, del nuevo titular de una finca res-

La Ley garantiza la participación ciudadana en los procedimientos sobre ordanación territorial o evaluación ambiental de las actuaciones.

En la Ley se recogen, entre otros aspectos, aquellos que regulan el Informe de Evaluación de los Edificios y su estado de conservación.

pecto a los deberes en materia de ordenación territorial y urbanística, y los requisitos para declaración de obra nueva y su inscripción en el Registro de la Propiedad.

El título III recoge los diferentes aspectos que regulan el Informe de Evaluación de los Edificios, entre otros los relativos a su estado de conservación, la certificación de su eficiencia energética o la capacitación que deberán acreditar los técnicos competentes para suscribir el informe. En el Título IV se agrupa cuanto tiene que ver con la cooperación y colaboración interadministrativas, su organización y el establecimiento de los distintos tipos de convenios conducentes a la financiación de posibles actuaciones de rehabilitación edificatoria o regeneración y renovación urbanas.

.\ Valoraciones

Los títulos V y VI reúnen distinta normativa reguladora relativa al régimen de valoraciones del suelo (rural y urbanizado) e inmuebles; criterios para su tasación o, en su caso, para la indemnización en los supuestos previstos en la Ley; el régimen relativo a las expropiaciones justificadas en razón de la ordenación territorial y urbanística; las condiciones del justiprecio o las de ocupación e inscripción en el Registro de la Propiedad, etc.

El título VII está dedicado a la procedencia, alcance y régimen de la venta o sustitución forzosas, además de a los patrimonios públicos de suelo, su composición, finalidad y destino. Y finalmente, en el Título VIII se concreta el régimen jurídico, referido a las actuaciones ilegales y detallando los actos susceptibles de ser declarados nulos de pleno derecho, las infracciones constitutivas de delito y los procedimientos administrativos correspondientes, como la acción ante los tribunales ordinarios o el recurso contencioso-administrativo. Los últimos artículos son los relativos al Registro de la Propiedad y los actos inscribibles en el mismo, su certificación administrativa, las clases de asientos y los expedientes de distribución de beneficios y cargas, su inscripción y efectos.

Completan el nuevo texto refundido de la Ley del Suelo y Rehabilitación Urbana 13 disposiciones adicionales, entre ellas la relativa al Sistema de información urbana al servicio de las políticas públicas para un medio urbano sostenible, a la gestión de suelos patrimonio del Estado o a los suelos forestales incendiados, además de otras cuatro disposiciones transitorias, como las dedicadas a la aplicación de suelo para vivienda protegida y a los criterios mínimos de sostenibilidad, y otras tres finales, entre ellas la referida a la cualificación técnica necesaria para suscribir el Informe de Evaluación de Edificios. ▮

Estación del eléctrico en el puerto de Navacerrada.

El ferrocarril eléctrico del Guadarrama, camino del centenario

Vía a las cumbres

Texto y fotos: Mariano Serrano Pascual

En 1923 se hizo realidad la idea de acercar hasta las cumbres de la sierra de Guadarrama no solo a los cientos de madrileños que cada sábado cambiaban el ajetreo de la ciudad por el aire de la montaña, sino a los pioneros de unos deportes, el alpinismo y el esquí, que entonces eran muy minoritarios en España. El eléctrico del Guadarrama, casi 100 años después, discurre hoy por parajes emblemáticos de nuestro más reciente Parque Nacional.

La historia del ferrocarril del Guadarrama (o "tranvía", como se le denominó entonces) se remonta a principios de 1917, cuando por iniciativa de ocho socios –dos abogados, dos "propietarios", un químico, un agente de bolsa, un arquitecto y un ingeniero–, se crea el Sindicato de Iniciativas del Guadarrama, que, dos años después, una vez conseguidas las concesiones, se convertiría en la Sociedad Anónima del Ferrocarril Eléctrico del Guadarrama. Los promotores del Sindicato de Iniciativas desembolsaron 50.000 pesetas, aportadas por seis de los socios, mientras que la aportación de los otros dos, el ingeniero José Aguinaga Kéller y el arquitecto Ignacio Aldama Elorz, consistiría en su trabajo: el primero, la realización del proyecto de ferrocarril desde Cercedilla hasta el corazón de la montaña, el puerto de Navacerrada, y el segundo, la urbanización de parte de esta, incluyendo, entre otros proyectos inmediatos, la construcción de un hotel en el puerto de Navacerrada.

El eléctrico del Guadarrama en la estación de Cotos.

¡Si esta sierra estuviera cerca de París!

Y es que la iniciativa, lejos de limitarse al pequeño tren, iba mucho más allá, con la vista puesta en una vasta urbanización de la sierra, que en un principio se centraba en el comienzo y final de la línea pero que más tarde se proponía llegar hasta el puerto del Paular (actualmente puerto de los Cotos) e incluso más allá, adentrándose en el valle del Lozoya y en los pinares de Valsaín. Como se expone en la Memoria del Consejo de Administración de la primera junta general que celebra la Sociedad, en 1921, "la construcción de un ferrocarril (…) no podía ser más que un principio, un punto de partida para mayores empresas".

Se trataba, en fin, como se insiste en la misma Memoria, de hacer lo posible para que llegue un día "en que la sierra tenga todas esas comodidades y diversiones que nos encantan en otros países y que son en ellos fuentes de ingresos", poniéndose la Sociedad manos a la obra en lugar de esperar resignadamente a que fueran compañías extranjeras las que, viendo el filón, tomaran la delantera "llevándose con ello la gloria y el provecho". "Muchísimas veces –continúa este documento–, en nuestras excursiones a la sierra de Guadarrama, hemos oído lanzar a nuestro alrededor esta exclamación: ¡Si esta sierra estuviera tan cerca de París o de Londres como lo está de Madrid, estaría cuajada de tranvías, funiculares, hoteles, campos de sport, etc.!".

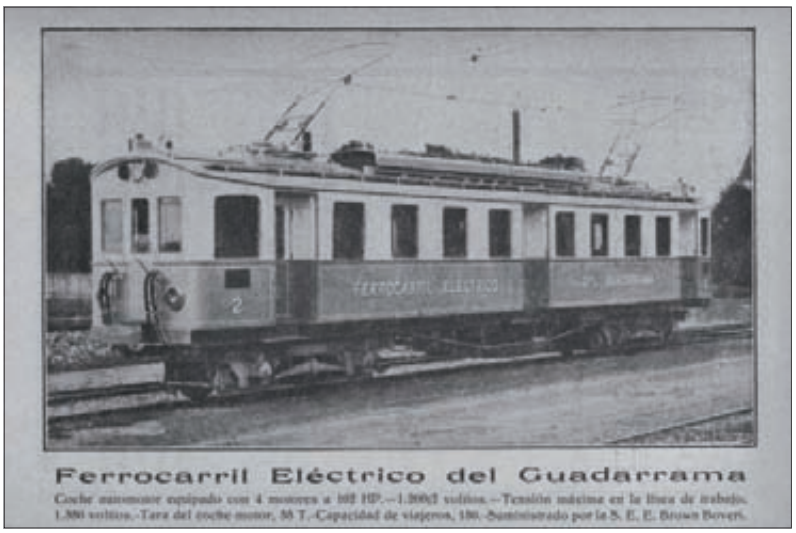
El turismo de montaña y el deporte (*sport*, como todavía se decía entonces) de la nieve –aún muy minoritarios– estaban en la base de estas ideas. No en vano algunos de los promotores del Sindicato y de la posterior Sociedad, como González de Amezúa o el propio ingeniero del ferrocarril, Aguinaga, habían sido los fundadores, en 1903, del Twenty Club, germen del Club Alpino Español. Al mismo González de Amezúa se le considera el introductor del esquí en España. Antes de fundar el club, Amezúa y un grupo de amigos se encontraban con frecuencia en sus excursiones por la sierra con un extranjero que se deslizaba sobre unos extraños patines. Era el noruego Birger Sörensen, que dirigía la sucursal española de la compañía maderera noruega de la que era propietaria su familia. Sörensen frecuentaba la sierra con el fin de comprar madera para su empresa en el aserradero de Rascafría, perteneciente a una sociedad belga que explotaba los pinares del Paular, y aprovechaba cualquier ocasión para practicar su deporte favorito. Sörensen –cuya afición a esquiar en esa zona acabaría dando nombre a uno de los parajes más conocidos de la sierra, la loma del Noruego, junto a Cotos– introdujo en ese deporte al joven Amezúa y a sus amigos. Fue el propio Sörensen quien se encargó de fabricar en su empresa los primeros esquís para aquellos jóvenes y, junto a su apoderado K. Christiensen, de enseñarles su utilización. Poco después, González de Amezúa y otros 19 compañeros, entre ellos también Aguinaga Kéller, fundaban el Twenty Club, que tendría

Así se contó aquella "magna empresa"

La inauguración fue un gran acontecimiento que encontró eco en todos los periódicos. Así lo contaba ABC *el día 13 (y al día siguiente luciría en su portada, a toda página, una foto del evento): "Con la asistencia de Sus Majestades los Reyes D. Alfonso y doña Victoria, tuvo lugar ayer la inauguración del ferrocarril eléctrico del Guadarrama. La magna empresa de facilitar el acceso a la sierra se ha visto ayer coronada por el más lisonjero de los éxitos. En trenes cómodos y lujosos, y en un espacio de tiempo relativamente breve, podrá, de aquí en adelante, el vecindario madrileño gozar del sorprendente espectáculo que, en todas las estaciones, ofrece el Guadarrama, y saturarse de los aires puros de la sierra. El ferrocarril eléctrico del Guadarrama viene a resolver el importante problema de quienes, por escasez de medios económicos, se ven obligados a vivir siempre en la urbe (…). A las seis en punto se puso en marcha el ferrocarril (…). Formaban éste tres coches comodísimos. El primero de ellos, en el que viajaban Sus Majestades, séquito real y autoridades, estaba adornado con ramajes y cintas de los colores nacionales. Al arrancar el tren el pueblo de Cercedilla y la colonia veraniega vitorearon entusiásticamente a Sus Majestades. Aunque el trayecto tiene varias estaciones, no paró el tren hasta llegar al sitio donde se halla la central de máquinas (…). Visitaron los Reyes la sala de máquinas, y acto seguido procedióse a la bendición del ferrocarril, que administró el obispo (…). Terminada la ceremonia, subieron nuevamente los Reyes al ferrocarril, que continuó su marcha, no parando ya hasta llegar al término del trayecto, o sea el Puerto de Navacerrada. Los invitados fueron obsequiados con un* lunch. *No es necesario hacer ahora un elogio de la hermosura del paisaje (…). Baste decir que todos los invitados salieron satisfechísimos de la excursión, y que Sus Majestades tuvieron grandes elogios por la manera como había sido realizada la magna empresa".*

La Correspondencia, *por su parte, incide en el significado de la obra: "Los excursionistas recorrieron parte de las extensiones de terrenos que posee la Sociedad para la construcción de hoteles, y oyeron de labios del Sr. Aguinaga los grandes proyectos de urbanización, dotándoles de agua potable, red de alcantarillas y energía eléctrica. Hecho esto se prolongaría el trazado del ferrocarril hasta El Paular, para crear allí un centro de deportes, sin rival acaso en el mundo, por sus condiciones naturales insuperables y por su situación a las puertas de una gran metrópoli. Con esta obra se ha alcanzado proporcionar al pueblo de Madrid un punto en el que puede descansar de la diaria y agobiante labor y nerviosidad de la ciudad, respirando aires purísimos en medio de un encantador panorama".*

Y la Revista de Obras Públicas *de ese mes de julio ponía el acento en el origen del proyecto: "Un puñado de españoles de buena voluntad ha dado cima a la empresa de acercar a Madrid la sierra de Guadarrama, hermoso paraje desconocido para la mayoría de los madrileños a causa de la carencia de medios de transporte, y esto se ha conseguido sin necesidad de que empresas extranjeras pongan mano en la resolución del problema".*



su primera sede, cedida por el Ministerio de Fomento, en la casa de peones camineros que había en el Ventorrillo, al pie del puerto de Navacerrada.

Por entonces la única forma de acercarse a la sierra desde Madrid era el ferrocarril de la compañía del Norte, que paraba en Cercedilla. Los simples excursionistas que solo pretendían airearse un poco podían dar por cumplidas sus expectativas con un paseo por las cercanías del pueblo. Pero cualquier montañero o aquellos primeros *skieurs* debían remontar aún, desde la estación, a lomos de caballerías los más pudientes o andando la mayoría, los 12 o 14 kilómetros que les separaban de los paisajes de las cumbres o de las mejores zonas de esquí, travesía que duraba horas y en la que invertían gran parte de la jornada. Ni siquiera los esquiadores del refugio del Ventorrillo se daban por satisfechos. Fueron algunos de ellos los que, poco después, atisbando en aquel proyecto un buen negocio, idearon llevar a todo el mundo, excursionistas y deportistas, hasta el corazón de la sierra por medio de un tranvía eléctrico que, en solo 45 minutos, les dejaría al pie de las mismas cumbres del Guadarrama.

▶ *Arriba, los automotores suizos de la serie 100 fueron los primeros en utilizarse en esta línea (fotofrafía del* Anuario de los Ferrocarriles Españoles *de 1924). Debajo, la estación de Cercedilla en los 50, con una unidad del eléctrico al fondo.*

El eléctrico en la estación de Siete Picos.

La línea original

Como ya se ha comentado, el proyecto original del ferrocarril se debe a José de Aguinaga (1883-1971), ingeniero que llegaría a ser Director General de Ferrocarriles en los años 50. Con un presupuesto total de 800.000 pesetas, incluida la construcción y el material de explotación, la nueva línea entre Cercedilla y el puerto de Navacerrada tendría una longitud de 11.145 metros, un desnivel total de 600 metros y pendientes del 6 por ciento. Para la vía, de ancho métrico y con curvas cuyos radios estaban comprendidos entre 60 y 300 metros, se montaron rieles de tipo Vignole en barras de 12 metros, apoyada cada barra sobre 16 traviesas de roble. Los postes eran de pino, situados a 30 metros, menos en curvas, donde distaban 18 metros. La línea aérea dependía de una central generadora situada en la estación de Siete Picos, hacia la mitad del recorrido, donde se montó un motor diésel de 600 CV y un transformador que suministraba corriente a 1.200 V.

En este primer recorrido –luego, como sabemos, se ampliaría hasta Cotos– había siete estaciones: Cercedilla-estación de Norte, Cercedilla-pueblo, Las Heras (escrito así, con *h*), Camorritos, Siete Picos, Collado Albo, Peña Hueca y Puerto de Navacerrada. En realidad, no se trataba de estaciones sino de simples apeaderos. En Cercedilla, el andén se encontraba a espaldas de la estación de vía normal del ferrocarril del Norte, y no se construyeron auténticas estaciones hasta que Renfe se hizo cargo de la línea en los años 40, aunque solo en Siete Picos y el puerto de Navacerrada, mientras que en Cercedilla el andén del eléctrico se integró en la estación de vía normal.

En cuanto al primer material móvil, fue encargado en 1919 a la empresa suiza Brown Boveri, que construyó dos coches motores y dos remolques, popularmente conocidos como los “suizos”, a los que se asignó la denominación “serie 100”. Cada unidad, coche motor y remolque, tenía capacidad para 250 viajeros –150 de ellos sentados–, con dos clases, 2ª y 3ª. Los coches motores disponían de doble cabina de conducción, con dos motores por *bogie*, desarrollando cada uno una potencia de 71,76 kW. A causa de los pronunciados desniveles, uno de los aspectos que más cuidó la empresa suiza, con gran experiencia en este tipo de trenes de montaña, fue el del frenado. Cada automotor contaba con cuatro sistemas: de aire comprimido Westinghouse, que accionaba las ocho zapatas de fundición; de aire comprimido Schlieren sobre el carril, que accionaba dos patines antideslizantes; eléctrico sobre resistencias, y manual, que accionaba las zapatas. La velocidad máxima que podía alcanzar el tren era de 30 km/h en horizontal y hasta 18 km/h en las rampas más acusadas.

> Los planes originales incluían la urbanización del recorrido y la ampliación hasta el ferrocarril Madrid-Burgos

Las obras se iniciaron en 1919 pero avanzaron a ritmo lento, dado lo abrupto del terreno, las dificultades de transporte del material y la dureza de los inviernos, durante los que se acumulaban grandes cantidades de nieve. A pesar de que la finalización estaba prevista a fina-

les de 1921, el viaje inaugural, con asistencia de los reyes, no se producirá hasta el 12 de julio de 1923. El trayecto duraba 45 minutos, con dos servicios de lunes a sábado y cuatro los domingos. Los horarios estaban combinados con el tren procedente de Madrid, de forma que el tiempo de espera en Cercedilla, tanto a la ida como a la vuelta, era solo de 15 minutos. El precio de los billetes era de 7,50 pesetas en segunda clase y 5,60 en tercera. Además, el Real Hotel Victoria del puerto de Navacerrada, perteneciente a la Sociedad y que hacía las veces de estación, abrió sus puertas un año después, ofreciendo a los viajeros del eléctrico dos menús a precios especiales de 6 y 8,50 pesetas el cubierto.

Ampliación y reformas posteriores

Los planes de la Sociedad incluían la urbanización de todo el recorrido y especialmente del puerto de Navacerrada, así como la ampliación de la línea. Se llegó a hablar de urbanizar cuatro millones de metros cuadrados en el puerto del Paular y funiculares que, enlazando con el ferrocarril, subirían desde allí a Peñalara y Cabezas de Hierro, las dos montañas más altas a uno y otro lado del valle del Paular. También estaba proyectado un ramal hasta La Granja, y, por supuesto, la ampliación de la misma línea hasta Gargantilla de Lozoya, donde enlazaría con el FC Madrid-Burgos. Pero, aparte de una colonia de chalés en Camorritos y de la urbanización del puerto de Navacerrada –que sí se realizó, aunque ya, sobre todo, a partir de la década de los 60 con el auge de la estación de esquí, construyéndose varios albergues, hoteles, restaurantes, residencias militares y una decena de bloques de viviendas– aquellos planes, para bien del medio ambiente y del paisaje, se acabarían limitando a la prolongación del ferrocarril hasta el puerto de Cotos. Esta ha sido, aparte de modernizaciones y puntuales reformas (electrificación, estaciones del puerto de Navacerrada y Camorritos, vía y catenaria…), la más importante de las modificaciones que ha experimentado la línea en su casi centenaria vida, acaecida ya cuando el eléctrico era explotado por Renfe y había pasado a propiedad del Ministerio de Obras Públicas.

Existieron tres proyectos previos al definitivo: el del mismo José Aguinaga (1930), de Enrique Pastor Pacheco (1944) y de Ángel del Campo Francés (1953), que por distintas razones no llegaron a buen término. No sería hasta después de la aprobación de la Ley de 30 de marzo de 1954 (por la que se encarga al MOP la ejecución por cuenta del Estado de la prolongación de la línea) cuando ve la luz, ya en 1958, el proyecto definitivamente aprobado, esta vez debido a Francisco Javier de Calonje y Comyn. Las obras, con un presupuesto de 31,7 millones de pesetas y ejecutadas por la empresa Construcciones A.M.S.A., comenzaron en 1959 y fueron concluidas en 1964.

El tramo entre el puerto de Navacerrada y Cotos atraviesa el pinar de Valsaín.

El nuevo tramo desde el puerto de Navacerrada hasta el de Cotos tiene una longitud de 7.340 metros, con dos apeaderos intermedios, Dos Castillas y Vaquerizas. Discurre casi en su totalidad por la vertiente segoviana, atravesando el bosque de Valsaín, y en paralelo, aunque a una cota algo menor, a las carreteras SG-615 y M-604. El desnivel, a diferencia del tramo anterior, es mínimo, y las curvas son mucho menos pronunciadas. La electrificación era de tipo catenaria –y no tranviario, como la original– y se construyó una nueva subestación en Cotos. También a diferencia del primer tramo –sin apenas obras de envergadura y solo con algunos pasos superiores sobre arroyos o a nivel en el cruce de pistas forestales–, este nuevo tramo comienza nada más salir de la estación del puerto de Navacerrada con un túnel de 680 metros de longitud y secciones de entre 4,50 y 5,60 metros. El túnel, que pasa a una profundidad de casi 100 metros por debajo de la cota máxima del puerto (1.870 metros), une ambas vertientes de la sierra, la madrileña, en el municipio de Cercedilla, y la segoviana, en el de San Ildefonso, y fue sin duda la infraestructura más compleja de toda la línea debido a las

Arriba, estación de Camorritos. Debajo, unidad de la serie 442 en una postal de los años 70, cuando estas unidades empezaron a prestar servicio.

abundantes filtraciones de agua. Existe un segundo túnel de 50 metros al final de la línea y ya pasada la estación de Cotos, que se construyó cuando todavía se pensaba en una nueva ampliación. Aunque se llegó a instalar la vía, este túnel carece de boca de salida.

En estos casi cien años de existencia, el eléctrico ha experimentado otras reformas. Entre las más importantes están las realizadas entre 1973 y 1975, en las que se remozó por completo la línea, con sustitución de vía y de balasto y nuevas infraestructuras.

En cuanto al material rodante, a la llamada primera generación –los "suizos" de la serie 100– se unieron en 1964, con ocasión de la ampliación a Cotos, las unidades "Estado" de las series 3.000 (coches motor) y 6.000 (remolques), conocidos como los "navales", fabricados por la Sociedad Española de Construcción Naval. Los "suizos", modificados y ahora con numeración UIC 431, siguieron no obstante prestando servicio hasta entrados los años 80, aunque ya en 1976, tras la remoción completa de la línea, se adquieren las unidades de la tercera y última generación hasta el momento, la serie 442, que son la utilizadas en la actualidad. Además, desde 1967 se incorporó una quitanieves, momento hasta el que –paradójicamente en un tren destinado sobre todo a acercar a los esquiadores hasta las pistas– muchos días de invierno el eléctrico no podía prestar servicio, quedándose más de una vez bloqueado en medio de su recorrido.

El Parque Nacional, una nueva oportunidad

La vida del eléctrico del Guadarrama no ha sido fácil, y en más de una ocasión ha estado a punto de no remontar la montaña de problemas que se ha alzado sobre él. Se ha suspendido el servicio en varias ocasiones: 1934-1941 por falta de mantenimiento y luego por la guerra; 1973-1976 por reformas; 2011-2012 también por trabajos; en periodos más breves, muy numerosos, por daños en la vía por nevadas o riadas. Y otras muchas veces se ha cuestionado la utilidad de mantener un ferrocarril de montaña de vía estrecha cuyos principales destinos son ahora alcanzables de forma más fácil y económica en vehículo privado.

Casi desde sus inicios las principales quejas de sus usuarios se refirieron al precio y a la escasez de servicios. Integrado hoy en la red de Cercanías de Madrid como línea C-9 o Zona Verde, las quejas siguen siendo las mismas. Desde 2011, además, se eliminaron definitivamente, excepto la del Puerto de Navacerrada, todas las paradas intermedias entre Cercedilla y Cotos, que hasta entonces habían sido, cuando menos, discrecionales.

La declaración del Parque Nacional del Guadarrama en 2013 debería servir para potenciar este medio de transporte, que en 40 minutos atraviesa y alcanza algunos de los lugares más emblemáticos del Parque y que es mucho más respetuoso con el medio ambiente que el vehículo privado, al que se sigue sin poner limitación, salvo la propia capacidad de los aparcamientos, en los puertos de Navacerrada y Cotos. Sin embargo, en la actualidad existen solo cuatro servicios de ida y cuatro de vuelta al día –con un automotor y un remolque–, a un precio de 8,70 euros el billete sencillo y 17,40 el de ida y vuelta. Frecuencias y precios que no ayudan a que el carismático eléctrico siga remontando los empinados repechos de la sierra para acercar, tal y como lo ha hecho durante casi un siglo, la ciudad a las cumbres. ▮

Para saber más del eléctrico

Aunque puede encontrarse mucha información en internet y en publicaciones de la época, la obra fundamental es la de Javier Aranguren, El ferrocarril eléctrico del Guadarrama*, Aldaba Ediciones y Fundación de los Ferrocarriles Españoles, Madrid 1987.*

Museo Ferroviario de Alcázar de San Juan

Paseo por la historia del tren

Julia Sola Landero
Fotos: Museo Ferroviario de Alcázar de San Juan

En 1985, un grupo de amigos ferroviarios enamorados del tren, decidieron unir fuerzas para rescatar la historia del ferrocarril en Alcázar de San Juan (Ciudad Real), una ciudad para la que el tren ha sido parte fundamental de su historia.

Ese mismo año crearon el Museo Ferroviario de la localidad que, a día de hoy, ofrece un delicioso paseo por la historia del tren. En su itinerario se pueden contemplar numerosas piezas recuperadas del olvido, auténticas reliquias y recreaciones del ambiente ferroviario, en las que se adivina el conocimiento y la pasión de sus impulsores.

De partida, el grupo de entusiastas y altruistas emprendedores pudo disponer de un patrimonio rico, pero disperso y sin clasificar: fragmentos inconexos del largo devenir ferroviario de la ciudad manchega: desde locomotoras y coches hasta utensilios y testimonios de viejas infraestructuras. Reunir todo aquello, clasificarlo, ordenarlo y exponerlo fue la tarea que se impusieron.

Para reunir fuerzas, crearon la Asociación de Amigos del Ferrocarril de Alcázar de San Juan, que se fue ensanchando y acogiendo a gentes de distintas ocupaciones, interesadas en reunir los vestigios del paso

del tren. Y aquella empresa, lejos de ser efímera, cumple en este 2015, treinta años de andadura. Sus objetivos iniciales son los mismos: preservar el material ferroviario que atesora la ciudad y dar a conocer el numeroso material ferroviario de que dispone.

.\ Piezas singulares

El museo, ubicado en la vieja estación de trenes de la localidad, atesora piezas singulares como un vagón del año 1860, único en España, o impagables joyas ferroviarias como las vaporosas 040 de 1895 de la Compañía del Norte, la 640 y la 1400. También un vagón cerrado tipo J de finales del siglo XIX de la Compañía Andaluces, un remolque intermedio del ferrobús apodado por razones obvias "el abuelo", maquinaria de vía, calderas fijas de vapor, tractor de maniobras serie 301.020, semáforos o calderas de vapor. Y unas de sus piezas más singulares son los tres grandes depósitos de agua, con capacidad para 130.000 litros cada uno, que llevan la firma del estudio de Eiffel.

Entre los logros más recientes de estos infatigables amigos del ferrocarril está la recuperación de un cuadro de enclavamiento de la estación de Cullera, una subestación de ignitrones única en España, de la década de los 50 para su restauración, y abundante material, ya restaurado, procedente de los gabinetes sanitarios de Renfe de la década de los años 70.

Y junto a las grandes piezas que miembros de la propia asociación recuperan y restauran, el museo reúne material menudo y variado como fotografías, maquetas, vagonetas, silbatos, gorras, útiles ferroviarios en gene-

Estación de Alcázar

Alcázar de San Juan es uno de los principales nudos de la red ferroviaria española. En su estación se bifurcan las líneas radiales que unen Madrid con el sur y sureste español, y su empuje viene desde los primeros tiempos del ferrocarril, cuando quedan terminadas las líneas que confluyen en él: la llegada a Alicante en 1858, a Ciudad Real en 1861 y a Córdoba en 1866. Evidencia de la importancia del tren en Alcázar es el hecho de que, a pesar de estar enclavada en una región eminentemente agrícola y ganadera, ha sido la actividad industrial y comercial la base principal de su economía local, sostenida en buena medida durante casi siglo y medio por el ferrocarril.

La estación se inauguró el 21 de mayo de 1854, junto con la segunda sección de la línea de ferrocarril Aranjuez-Almansa/Tembleque-Alcázar, proyectada para unir Madrid con el Mediterráneo, y adjudicada al constructor más pujante de la época, el marqués de Salamanca.

Tras la decadencia y extinción de la fabricación de pólvora, que fue durante años una fuente de actividad para Alcázar, el ferrocarril supuso para la ciudad manchega una auténtica oportunidad para dar salida a sus productos agrarios –en especial los del sector vinícola, que vio surgir grandes bodegas productoras de vino a granel y derivados–, o el establecimiento de fábricas de material ferroviario.

Los proyectos fallidos para construcción de otras líneas importantes como la línea de Cádiz, con un trazado independiente, beneficiaron a la ciudad manchega, que también albergó uno de los mas importantes depósitos de máquinas de vapor y eléctricas, para la Compañía de Ferrocarriles Madrid Zaragoza Alicante y RENFE.

La ciudad ha diversificado sus intereses económicos después del declive del transporte de mercancías por ferrocarril, el cierre posterior de las fábricas de material ferroviario o la creación de las nuevas líneas de Alta Velocidad Madrid-Andalucía y Madrid-Levante, que no pasan por Alcázar. Ahora, la ciudad, que todavía mantiene una elevada actividad ferroviaria y la huella indeleble del tren, apuesta también por las industrias manufactureras y de transformación con uno de los primeros Polígonos de Descongestión Industrial de Madrid.

▶ *Vista aérea de la estación de Alcázar de San Juan, nudo estratégico de las comunicaciones ferroviarias. El museo busca conservar el rico patrimonio ferroviario ligado a la localidad manchega.*

▶ *Fuente utilizada en el llenado de depósitos. Antiguo reloj de estación y, debajo, bomba de agua.*

ral. Entre sus rarezas más valiosas está la vajilla original del coche-salón de la Madrid, Zaragoza, Alicante (MZA), que utilizaba el rey Alfonso XIII en el vagón del tren, cuando viajaba con frecuencia en compañía de su familia a las playas de Alicante.

.\ Actividades

Las instalaciones del museo cuentan con dos áreas diferenciadas. Una exterior en la que se exponen las piezas de gran tamaño, como locomotoras y coches, y una zona interior organizada en dos edificios que albergan salas de exposiciones donde se guarda el material de pequeño tamaño. La zona interior cuenta con dos edificios para exposiciones. Uno de ellos alberga más de medio millar de objetos entre billetes y máquinas expendedoras, piezas de locomotoras, utensilios de vía, electrificación y comunicaciones, telefonía, piezas de uniformes de ferroviario, placas de fabricación de locomotoras, faroles, cuadros de mando, maquetas, relojes, fotos o títulos del ferrocarril.

La segunda de las edificaciones es una construcción singular, a pesar de encontrarnos en tierras manchegas: un molino de viento construido en su día sobre la base de una vieja aguada y hoy restaurado. En sus tres plantas se distribuyen una biblioteca, una sala de proyecciones, una pequeña fragua de la época del vapor y una primorosa y detallada recreación de la sala de un atareado jefe de estación, sobre cuya mesa hay sellos de caucho, papeles, pisapapeles, banderolas de dar salida al tren y otros numerosos objetos relacionados con la administración de las instalaciones ferroviarias.

Los miembros de la asociación mantienen la llama encendida del museo mediante reuniones periódicas donde plantean y ponen al día las actividades a llevar a cabo. Entre estas están la organización de visitas gratuitas al museo guiadas por los miembros de la asociación, y el fomento del cariño por el ferrocarril a todas las escuelas de la comarca mediante visitas al museo y proyección de vídeos. Sumando al conocimiento algo de diversión, también han puesto en marcha un tren infantil para viajes por las dependencias del museo durante el horario de apertura: los domingos de 12 a 14 horas y con entrada gratuita.

Y para sellar lazos y compartir experiencias, también celebran una comida anual de hermandad para los socios. Como colofón a un año de actividad, el último sábado del mes de noviembre se realiza un encuentro anual de Asociaciones de Amigos del Ferrocarril, que el año pasado llegó a su XV edición, y el Encuentro Nacional de Gachas Manchegas. Encuentro abierto al público en general con el único requisito de que algún miembro del grupo esté vinculado al ferrocarril. ▮

Architectus Omnibus?, en la sala de las arquerías del Ministerio de Fomento

Nuevas formas

En la página opuesta, "Centro de día para niños" en Selb (Alemania). Junto a estas líneas, la "U-Rangerie" en Berlín.

M.S.

En el marco del VI Encuentro Hispano-Alemán organizado por el Goethe-Institut y el Instituto Cervantes, el programa "Architectus Omnibus?", con exposiciones en Berlín y en las Arquerías del Ministerio de Fomento, así como otras actividades paralelas, investiga sobre distintas maneras de entender la arquitectura en el mundo de hoy. Para la exposición se seleccionaron diez proyectos del centenar que se presentaron a la convocatoria pública dirigida a arquitectos españoles y alemanes.

En la confluencia del diseño material de espacios y edificios, la innovación, los requerimientos de sostenibilidad y, sobre todo, la implicación y participación social en el proceso arquitectónico, "Architectus Omnibus?" ha venido a ampliar la plataforma "Freshlatino", un proyecto de difusión de la arquitectura iberoamericana coordinado por el Instituto Cervantes y comisariado por los arquitectos Andrés Jaque y Ariadna Cantis. Es precisamente el Decálogo que preparó Jaque para esta plataforma, el que ha servido, a modo de bases de un concurso, para la convocatoria de este nuevo proyecto, comisariado en esta ocasión, junto al propio Jaque, por el historiador del arte alemán Andres Lepik, y dirigido ahora a arquitectos, estudios y colectivos alemanes y españoles.

.\ Arquitectura solidaria y participativa

Conceptos como la simetría entre ser humano, medio ambiente y patrimonio material e inmaterial; la arquitectura no solo como edificio, sino como los acontecimientos que suceden en él; el paso de una ciudadanía basada en el consumo a otra basada en la participación; la habilitación de entornos amigables para la confrontación de necesidades y sensibilidades urbanas; la arquitectura colaborativa y el empoderamiento de las sociedades locales; el tanteo de nuevas vías, con un proceso iniciado no tanto por grandes acciones individuales como por acciones más pequeñas pero pensadas por más gente, o una arquitectura surgida de afecciones mutuas y de relaciones de reciprocidad, son algunos de los espacios de reflexión a los que la arquitectura no puede ser ajena. Es más, según Jaque, la arquitectura ha encontrado en las profundas crisis vividas por nuestras sociedades en los últimos años –financiera, migratoria, medioambiental, replanteamiento de los modos de participación política– un reto y una oportunidad para la innovación social y la extensión de proyectos y procesos a todo el tejido social.

En palabras de Andres Lepik, también comisario de la exposición, la meta final de la arquitectura no es ya la forma figurativa en sí misma –un edificio, una urbanización, un planeamiento–, sino el proceso que lleva a estos, un proceso que debe incluir cada vez más a los

implicados, a los futuros usuarios. El arquitecto debe poner una especial atención al contexto local, social y cultural, implicar a los usuarios y vecinos, con una meta final: la interconexión social de intereses y necesidades a través de un proceso participativo.

Una arquitectura como responsabilidad social, para todos y participada por una mayoría, dotada de dimensiones políticas y sociales, y en la que las inquietudes éticas sean indisociables de la finalidad estética.

.\ Proyectos seleccionados

A la convocatoria de "Architectus Omnibus?" se presentaron más de un centenar de proyectos, tanto realidades ya construidas, como proyectos de investigación, proyectos de fin de carrera o propuestas de participación ciudadana y vecinal que tienen al espacio urbano como protagonista. Un conjunto heterogéneo pero con un denominador común: una arquitectura y un urbanismo más sociales y humanos.

Los diez proyectos y estudios seleccionados para la exposición han sido los siguientes:

My House is Your Museum, **Arquitecturas Torres Nadal.** El proyecto se plantea como otra manera de entender la vivienda, una experiencia de redistribuciones, con la que se pretende, según su autor, "hacer de la casa un lugar activo, productor de inteligencias de cambio".

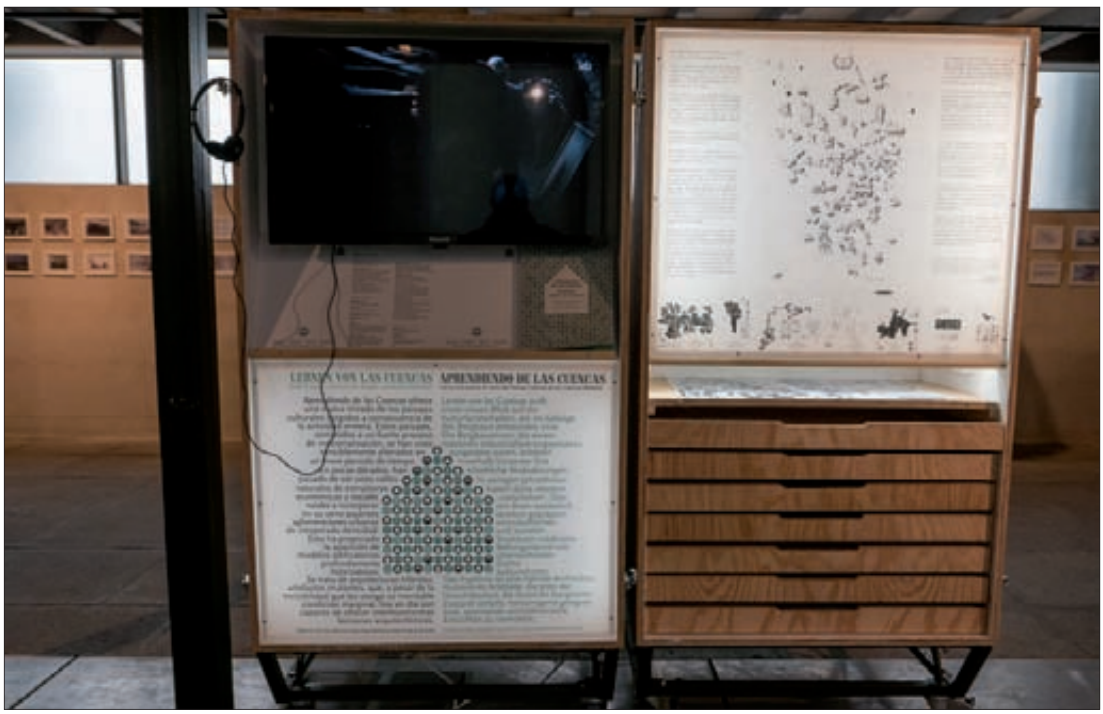
Derecho a la infraestructura, **ExposeProposePoliticise (Miguel Sánchez, Giulia Toscani y Jorge Martín Sainz de los Terreros).** Renunciando a la construcción de nuevas viviendas, se propone, en el marco del Plan Segre-

ra de Barcelona, una mejora del plan municipal de alquiler social, por medio de la creación de un *stock* de recursos gestionado democráticamente y a partir de una infraestructura desmercantilizada.

El principio Kotti, **Christine Bock y Ulrich Arno Pappenberger.** El proyecto promueve las complicidades urbanas entre el espacio, el ser humano, el tiempo, el conocimiento y las cosas; complicidades que solo pueden materializarse mediante un modelo de "trabajo en red e intromisión desde abajo en los procesos de política urbana".

U-Rangerie, **kollektivHabitüde.** Desarrollada por siete miembros de este colectivo multidisciplinar con sede en Berlín, la U-Rangerie, un espacio-invernadero, tiene co-

▶ *A la izqda., "My House is Your Museum". Sobre estas líneas, "Tejiendo la calle", en Valverde de la Vera (Cáceres).*



A la drcha., "Aprendiendo de las cuencas". Debajo, "El principio Kotti".

mo escenario la ampliación de las zonas verdes del distrito berlinés de Gropiusstadt, donde se planteó esta idea como prototipo de construcción hecha por los usuarios.

Tejiendo la calle, Marina Fernández Ramos. Proyecto de participación colectiva en las calles de Valverde de la Vera (Cáceres), consistente en la elaboración de parasoles mediante la técnica del ganchillo utilizando materiales plásticos reciclados.

Archipiélago Lab, Pedro Pitarch. Se trata de un plan de acción para la metrópolis europea de nuestros días. Parte de la identificación de escenarios, esferas o islas que suponen un soporte relacional para los diferentes agentes. Se identifican siete tipologías que, a modo de islas, configuran el archipiélago de la ciudad, en este caso Madrid, permitiendo esta identificación trazar un proyecto unitario y una narración coherente.

Aprendiendo de las cuencas, Sara López y Nacho Ruiz. El proyecto ofrece una mirada distinta sobre las cuencas mineras, sometidas a un intenso proceso de industrialización, lo que ha dado lugar a una configuración errática, desordenada y heterodoxa. Con el estudio de estas estructuras, sus autores pretenden renovar la imagen que se tiene de estos y otros paisajes industriales, devenidos ya en culturales.

La oficina de los deseos, Stiftung Freizeit. El proyecto, desarrollado en Wörgl (Austria), consistió en la creación de una instalación en la que se recogieron y publicaron los deseos de los vecinos en relación con su ciudad. Un proceso de intercambio, relación y empoderamiento vecinal que trasciende los métodos clásicos del urbanismo.

Centro de día para niños, TallerDE2 y Gutiérrez-Dela-Fuente. El centro es el primer edificio de un total de cuatro en el centro de Selb (Alemania), un proyecto destinado a la población joven con el fin de generar una reactivación dinámica de la ciudad. El centro, que funciona mediante la autogestión, permite la conciliación de la vida familiar y laboral, al tiempo que refuerza la economía local.

Instituto Do it Yourself, Todo por la Praxis. Centro creado en Madrid basado en el aprendizaje colaborativo, que está conectado con distintas iniciativas ciudadanas, como huertos urbanos, entidades de trabajo social, etc. En el centro se desarrollan talleres y sirve además de espacio de trabajo, todo ello basado en la confluencia e intercambio de saberes. ▮

ÍNDICE TEMÁTICO REVISTA Fomento 2015

AEROPUERTOS

Empresas españolas en el desarrollo de infraestructuras aeroportuarias en el mundo
SALIDAS INTERNACIONALES
N.º 646. Pág. 16

El aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas implanta el programa A-CDM para una mejor gestión del tráfico aéreo
LAS VENTAJAS DE COMPARTIR
N.º 646. Pág. 32

La red de Aena cierra 2014 con récord de movimientos y pasajeros
EL AÑO DEL DESPEGUE
N.º 648. Pág. 12

La T2 del aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas, medio siglo de historia viva
AL FIN, EL MUNDO A LA VISTA
N.º 651. Pág. 46

El aeropuerto Málaga-Costa del Sol reduce su consumo en 23 millones/kWh en los tres últimos años
MÁXIMA EFICIENCIA
N.º 653. Pág. 28

Décimo aniversario del Museo Aeronáutico del aeropuerto de Lanzarote
HICIERON HISTORIA
N.º 653. Pág. 32

Nueva torre de control del aeropuerto de Sabadell
UN HISTÓRICO, DE ESTRENO
N.º 656. Pág. 32

ARQUITECTURA

Navarro Baldeweg, Premio Nacional de Arquitectura 2014
LA INVESTIGACIÓN COMO FÓRMULA
N.º 647. Pág. 30

La exposición "Export" en el Museo ICO: reflexión sobre la arquitectura española en el exterior
DE PUERTAS AFUERA
N.º 649. Pág.30

Las antiguas fábricas de tabaco: patrimonio industrial y memoria del trabajo femenino
Y NO LA DE MÉRIMÉE
N.º 653. Pág. 38

Fomento destina 47 M€ a proyectos de recuperación del patrimonio
RECUPERAR EL PASADO
N.º 654. Pág. 12

La Fundación Mies van der Rohe de Barcelona cumple 32 años
LA PROYECCIÓN DE UN SÍMBOLO
N.º 654. Pág. 44

AVIACIÓN

Aprobado el Programa Estatal de Seguridad Operacional para la Aviación Civil
ANTICIPAR Y PREVENIR
N.º 648. Pág. 30

CARRETERAS

Puentes históricos en la cuenca del Llobregat
TESTIGOS ANCESTRALES
N.º 646. Pág. 38

El subtramo La Franca-Unquera culmina el itinerario de la A-8 en Asturias
EL ESLABÓN FINAL
N.º 647. Pág. 2

En servicio el tramo Sils-Caldes de Malavella
IMPULSO A LA A-2 EN GIRONA
N.º 647. Pág. 10

En servicio el recorrido Polopos-Albuñol, el más largo de la A-7 en la costa granadina
EL TRAMO MÁS COMPLEJO
N.º 647. Pág. 24

Fase final de la construcción del puente sobre la bahía de Cádiz
EL COLOSO LUCE SILUETA
N.º 648. Pág. 2

Tercera ronda de A Coruña (AC-14), acceso libre de peaje
CLAVE PARA LA MOVILIDAD
N.º 649. Pág. 2

En servicio el primer tramo de la variante exterior de la ciudad
POR LA VEGA DE GRANADA
N.º 649. Pág. 10

Noveno tramo en servicio de los 10 de la autovía del Mediterráneo en Granada
PENÚLTIMO ESLABÓN
N.º 650. Pág. 18

La prolongación de la LO-20 en Logroño permite enlazar La Rioja y Navarra por autovía
CONEXIÓN SOBRE EL EBRO
N.º 650. Pág. 26

Abierta al tráfico la primera fase de la circunvalación de Elche
MEJORA EN LA CONECTIVIDAD
N.º 650. Pág. 32

El Proyecto de Ley de Carreteras refuerza el servicio público viario
PUESTA AL DÍA
N.º 651. Pág. 10

Abiertos los tres primeros tramos de la autovía A-54 en Lugo
POR LA GALICIA INTERIOR
N.º 651. Pág. 18

En servicio el nuevo puente de acceso a la ciudad de Girona
TIRANTES SOBRE EL TER
N.º 651. Pág. 26

En servicio la variante de Aranda de Duero (A-11) en Burgos
EN TIERRA DE VIÑEDOS
N.º 651. Pág. 34

La autovía Ruta de la Plata (A-66) concluye en Zamora su itinerario Gijón-Sevilla
COMPLETADO EL GRAN EJE OESTE
N.º 653. Pág. 2

En servicio el primer tramo de la variante suroeste de Talavera de la Reina
JUNTO A LA VEGA DEL TAJO
N.º 653. Pág. 12

En servicio un tramo de 6 km de la circunvalación de Burgos (BU-30)
PENÚLTIMO IMPULSO
N.º 654. Pág. 18

Nueva variante de la A-4 y conexión con la Ronda Oeste
CÓRDOBA GANA MOVILIDAD
N.º 654. Pág. 26

En servicio el puente de la Constitución de 1812 en Cádiz
DE TALLA MUNDIAL
N.º 655. Pág. 12

Culminada la autovía del Mediterráneo (A-7) en la provincia de Granada
CIERRE DE ITINERARIO
N.º 655. Pág. 22

Concluida la autovía A-8 tras la apertura del itinerario Solares-Torrelavega
VERTEBRACIÓN CANTÁBRICA
N.º 656. Pág. 2

En servicio el tercer tramo de la autovía Linares-Albacete (A-32) en Jaén
AL SUR DE SIERRA MORENA
N.º 656. Pág. 20

EXPOSICIONES

160 aniversario de la telegrafía eléctrica en España
MENSAJES A LA VELOCIDAD DE LA LUZ
N.º 646. Pág. 58

200 años del nacimiento de Lucio del Valle
LA SENCILLEZ MÁS ELEGANTE
N.º 649. Pág. 57

Architectus omnibus?, en la Sala de las Arquerías
NUEVAS FORMAS
N.º 656. Pág. 54

FERROCARRIL

Los Corredores Ferroviarios Europeos del Atlántico y del Mediterráneo cumplen 1 año
MERCANCÍAS SIN FRONTERA
N.º 646. Pág. 2

En servicio el último subtramo de la LAV Sevilla-Cádiz
AL SUR DE SEVILLA
N.º 646. Pág. 10

El tren laboratorio A330 Séneca incorpora nuevas tecnologías
CHEQUEOS A ALTA VELOCIDAD
N.º 646. Pág. 24

Estatuto de la Nueva Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria
LA SEGURIDAD, OBJETIVO ESENCIAL
N.º 647. Pág. 18

El primer tren de mercancías España-China, un camino de futuro
LA RUTA FERROVIARIA MÁS LARGA DEL MUNDO
N.º 647. Pág. 38

El catálogo Singular Railway de Adif: espacios disponibles para rodajes y eventos
ESPACIOS DE CINE
N.º 647. Pág. 48

Prueba de carga del viaducto sobre el río Ulla
EXAMEN FINAL
N.º 648. Pág. 18

El Museo del Ferrocarril de Madrid cumple 30 años
MEMORIA DEL TREN
N.º 648. Pág. 52

La conexión de las redes de alta velocidad de California, Nevada y Arizona y las antiguas rutas españolas
VIEJOS CAMINOS QUE INSPIRAN LOS NUEVOS
N.º 649. Pág.22

"Adif en tu móvil", una aplicación con información en tiempo real
LA ESTACIÓN EN EL BOLSILLO
N.º 649. Pág.38

ÍNDICE TEMÁTICO REVISTA Fomento 2015

25 aniversario del Museu del Ferrocarril de Catalunya
TESOROS DE LA ARQUEOLOGÍA INDUSTRIAL
N.º 649. Pág.44

En servicio el Eje Atlántico al completo entre A Coruña y Vigo
GALICIA DE NORTE A SUR
N.º 650. Pág. 4

Nueva temporada de los trenes turísticos de Renfe
LA MÁQUINA DEL TIEMPO
N.º 650. Pág. 44

El proyecto de Ley del Sector Ferroviario busca reforzar el rigor en la planificación, construcción y gestión
GANAR EFICACIA
N.º 651.Pág. 2

Viaducto sobre el río Guadalhorce y la autovía A-92 en la conexión de alta velocidad Antequera-Granada
ELEVADO SOBRE EL OLIVAR
N.º 653. Pág.20

Nuevo tramo de alta velocidad Valladolid-Venta de Baños-Palencia-León
RUMBO NORTE
N.º 655. Pág. 2

Concluido el arco del viaducto de Almonte en la LAV Madrid-Extremadura
RÉCORD DE LUZ
N.º 656. Pág. 12

Museo Ferroviario de Alcázar de San Juan
PASEO POR LA HISTORIA DEL TREN
N.º 656. Pág. 50

GEOGRAFÍA

Isidoro de Antillón, un geógrafo en las Cortes de Cádiz
EL ÚLTIMO ILUSTRADO
N.º 647. Pág. 54

El Priorat, La Rioja y Utiel-Requena aspiran a su reconocimiento como Patrimonio de la Humanidad
DONDE LA VID SE HACE PAISAJE
N.º 650. Pág. 56

Las lagunas de La Mata y Torrevieja, parque natural e industria salinera
POR SER SALINERO
N.º 651. Pág. 52

La isla de Tabarca, fortaleza ilustrada y reserva marina
LA OTRA ISLA DEL TESORO
N.º 655. Pág. 50

HISTORIA

Un recorrido por las colonias históricas madrileñas
OASIS URBANOS
N.º 646. Pág. 44

150 años del ferrocarril Córdoba-Málaga
UN AGRESTE RECORRIDO
N.º 648. Pág. 34

Patrimonio minero-metalúrgico de Madrid
EN BUSCA DE EL DORADO
N.º 648. Pág. 42

Recuperación del histórico Caminito del Rey
PASEO SOBRE EL ABISMO
N.º 649. Pág.50

La Casa de la Moneda de Segovia y otro patrimonio industrial a orillas del Eresma
UN INGENIO PARA EL REY
Nº 650. Pág. 48

La fuente de Cella, el mayor pozo artesiano de Europa
PRODIGIOSO ARTIFICIO
N.º 653. Pág. 48

150 años del ferrocarril Tarragona-Martorell
EL TREN DEL PROGRESO
N.º 655. Pág. 36

Haciendas coloniales, un rico patrimonio entre la autosuficiencia y la desmesura
HORIZONTES DE GRANDEZA
N.º 655. Pág. 40

El ferrocarril eléctrico del Guadarrama, camino del centenario
VÍA A LAS CUMBRES
N.º 656. Pág. 44

I+D+i

Adif pone a prueba tres importantes proyectos de I+D+i en la LAV Córdoba- Málaga
EL TREN DEL FUTURO SE HACE HOY
N.º 649. Pág.16

El sistema de navegación Galileo cuenta con ocho satélites en órbita
TIEMPO DE DESPLIEGUE
N.º 650. Pág. 12

INGENIERÍA

La nueva colección Juanelo Turriano de la Ingeniería en Internet
MEMORÍA DIGITAL
N.º 653. Pág. 56

Puentes metálicos en la cuenca del Jarama
PASOS DE HIERRO
N.º 654. Pág. 52

Carlos Sanchidrián, Premio Nacional de Ingeniería Civil 2015
LA PERSEVERANCIA EN EL OFICIO
N.º 655. Pág. 30

PRESUPUESTOS

El grupo Fomento contará con un presupuesto de 19.253 M€ en 2016, 1.782 M€ más que en 2015
TIEMPO DE CONSOLIDAR
N.º 654. Pág. 2

PUERTOS

Ampliación del puerto de Arrecife
VIENTO A FAVOR
N.º 654. Pág. 32

La iniciativa Faros de España, nuevos usos para históricas instalaciones
UNA LUZ MÁS CONSTANTE
N.º 654. Pág. 38

El puerto de Valencia cuenta con el primer faro de composites en celosía del mundo
LUZ PIONERA
N.º 656. Pág. 26

SALVAMENTO MARÍTIMO

Salvamento Marítimo intervino en unas 5.000 emergencias en 2014
LANZANDO CABOS
N.º 648. Pág. 24

Sasemar amplía su flota aérea con un nuevo Helimer 401
COMPLETO Y VERSÁTIL
N.º 650. Pág. 38

TRANSPORTES

Trolebuses y trolecamiones, modos de transporte limpio
EL RETORNO DEL TROLE
N.º 647. Pág. 44

Lanzamiento del billete único combinado de tren y avión
TODO EN UNO
N.º 655. Pág. 57

URBANISMO

Parque forestal de Valdebebas, de vertedero a espacio verde ecosostenible
VIVERO DE ECOSISTEMAS
N.º 646. Pág. 52

El proyecto Remourban enseña a diseñar las ciudades del futuro
REGENERACIÓN URBANA
N.º 651.Pág. 42

VIVIENDA

Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana
UN SOLO TEXTO
N.º 656. Pág. 38

NÚMERO EXTRAORDINARIO

Infraestructuras aeroportuarias, un sector en consolidación
PRESENCIA DE ALTOS VUELOS
N.º 652. Pág. 4

La edificación española no conoce fronteras
UN MUNDO EN CONSTRUCCIÓN
N.º 652. Pág. 14

Empresas españolas en el desarrollo de infraestructuras viarias en el mundo
AUTOPISTAS "MADE IN SPAIN"
N.º 652. Pág. 26

El sector ferroviario español multiplica sus actuaciones por el mundo de la mano del AVE
RAÍLES SIN FRONTERAS
N.º 652. Pág. 38

Empresas españolas en las redes ferroviarias urbanas y metropolitanas en el mundo
DE METRO EN METRO
N.º 652. Pág. 48

Ampliación del canal de Panamá
RUTA PARA EL SIGLO XXI
N.º 652. Pág. 60

Los progresos en la fabricación de grandes estructuras permiten la entrega de diques y terminales a medida
MUELLES LLAVE EN MANO
N.º 652. Pág. 70

Viaductos internacionales emblemáticos con sello español
PASOS DE GIGANTE
N.º 652. Pág. 82

Empresas españolas construyen algunos de los túneles más complejos del mundo
A TRAVÉS DE LA OSCURIDAD
N.º 652. Pág. 95

SUSCRÍBASE A LA EDICIÓN IMPRESA

Revista del Ministerio de Fomento

TARJETA DE SUSCRIPCIÓN

NOMBRE Y APELLIDOS/EMPRESA ..... **N.I.F.** .....

DOMICILIO ..... **Nº** .....

LOCALIDAD ..... **PROVINCIA** ..... **C. P.** .....

PAÍS ..... **TELÉFONO** ..... **CORREO ELECTRÓNICO** .....

MODALIDAD DE SUSCRIPCIÓN	ESPAÑA	EXTRANJERO
☐ 1 año (11 números)	**25 €**	**35 €**
☐ 2 años (22 números)	**40 €**	**50 €**

Envíenme gratis la el nº extraordinario *"Alta velocidad en España 1992-2011"* que regalan por una suscripción de dos años*
**(Hasta agotar existencias)*

FORMA DE PAGO ☐ **Envío cheque adjunto** ☐ **Envío giro postal nº** ..... ☐ **Domiciliación bancaria** (sólo suscriptores)

De conformidad con lo establecido en la Ley Orgánica 15/1999 de 13 de diciembre de Protección de Datos de Carácter Personal, usted tiene derecho al acceso, cancelación, rectificación y oposición de los datos facilitados mediante solicitud por escrito a : Centro de Publicaciones del Ministerio de Fomento. Paseo de la Castellana, 67. 28071 Madrid. E-mail: cpublic@fomento.es

Enviar a: **Revista del Ministerio de Fomento**
Pº de la Castellana, 67. 28071 Madrid. **Información y suscripciones: 91 597 64 49.** **Correo electrónico: cpublic@fomento.es**

DOMICILIACIÓN BANCARIA

Entidad bancaria .....

Domicilio entidad ..... Nº .....

C.P. ..... Localidad ..... Provincia .....

Muy Sres. míos:
Ruego que, con cargo a mi cuenta y hasta nuevo aviso, atiendan el pago de los recibos correspondientes a mi suscripción que les presentará al cobro la Revista del Ministerio de Fomento, editada por el Centro de Publicaciones del Ministerio de Fomento.

Les saluda atentamente
(firma)

CÓDIGO IBAN CUENTA CLIENTE

E | S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

....., de ..... de 201

EL TITULAR, Fdo. .....

Enviar a: **Revista del Ministerio de Fomento. Pº de la Castellana, 67. 28071 Madrid.**

RECOPILACIÓN ESPECIAL DE REPORTAJES PUBLICADOS EN LA REVISTA ENTRE 2009 Y 2012 Y OTROS DE NUEVA EDICIÓN

Una selección de antiguos trazados ferroviarios, hoy acondicionados por el Programa de Vías Verdes, para descubrir la naturaleza y el patrimonio histórico de los territorios que surcaron a través de 30 rutas accesibles para todos.

PVP: 10 €

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

SOLICITE SU EJEMPLAR EN TELF.: 91 597 53 85 / 53 91
Por fax: 91 597 85 84 (24 horas)
Por correo electrónico: cpublic@fomento.es

ferrovial agroman

Crecimiento basado en la Innovación

A lo largo de los último años, Ferrovial Agroman ha participado en la construcción de varios tramos de la Autovía A-8 (eje de unión de las comunidades autónomas del norte de España situadas entre Galicia y la Frontera Francesa): Otur (Luarca) - Villapedre (Polavieja); Soto del Barco - Muros de Nalón; Ribadesella - Canero y Villaviciosa - Venta del Pobre, situadas en la provincia de Asturias, así como Lindín - Mondoñedo en Lugo.

Los elementos más destacados son: el Túnel del Rellón de 290 m de longitud, el Túnel Faro, de 155 m ejecutado como falso túnel y el Viaducto Río Barayo.

El factor que más ha condicionado el diseño y la ejecución de la autovía A-8 ha sido la permeabilidad faunística, prevaleciendo y adaptando el diseño y la construcción a el paso de fauna de gran tamaño.

ferrovial agroman

Centro virtual de publicaciones del Ministerio de Fomento:
www.fomento.gob.es

Catálogo de publicaciones de la Administración General del Estado:
http://publicacionesoficiales.boe.es

Título de la obra: Revista del Ministerio de Fomento nº 656, diciembre 2015

Autor: Ministerio de Fomento, Secretaría General Técnica, Centro de Publicaciones

Año de edición: 2015

Características Edición:
1ª edición electrónica: enero 2016
Adobe Acrobat:
Formato: PDF
Tamaño: 10,73 MB

Edita:
© Ministerio de Fomento
Secretaría General Técnica
Centro de Publicaciones

NIPO: 161-15-006-6

I.S.S.N.: 1577-4929
P.V.P. (IVA Incluido): 1,50€

Aviso Legal: Todos los derechos reservados.Esta publicación no podrá ser reproducida ni en todo, ni en parte, ni transmitida por sistema de recuperación de información en ninguna forma ni en ningún medio, sea mecánico, fotoquímico, electrónico o cualquier otro.

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO
SECRETARÍA GENERAL TÉCNICA
CENTRO DE PUBLICACIONES

Centro virtual de publicaciones del Ministerio de Fomento:
www.fomento.gob.es

Catálogo de publicaciones de la Administración General del Estado:
http://publicacionesoficiales.boe.es

Título de la obra: **Anuario 2015 de la Revista del Ministerio de Fomento.**

Autor: Ministerio de Fomento, Secretaría General Técnica, Centro de Publicaciones

Año de edición: 2016

Características Edición:
1ª edición electrónica: noviembre 2016
Formato: PDF
Tamaño: 89 MB

Edita:
© Ministerio de Fomento
Secretaría General Técnica
Centro de Publicaciones

NIPO: 161-15-044-2

I.S.B.N.: 978-84-498-1010-7

P.V.P. (IVA Incluido): 9,99 €

Aviso Legal: Todos los derechos reservados.Esta publicación no podrá ser reproducida ni en todo, ni en parte, ni transmitida por sistema de recuperación de información en ninguna forma ni en ningún medio, sea mecánico, fotoquímico, electrónico o cualquier otro.